



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Rosylane Elaine Costa Lopes

**PROTETOR SOLAR: UMA PROPOSTA DE
ABORDAGEM TEMÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

1.º/2012



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Rosylane Elaine Costa Lopes

**Protetor Solar: uma Proposta de
Abordagem Temática para o Ensino Médio**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

**Orientador: Wildson Luiz Pereira dos Santos
Coorientadora: Maria Marcia Murta**

1.º/2012

*“Pois, quem pode saber o que é bom para o homem na vida,
durante os dias de sua vã existência, que ele atravessa como uma sombra?
Que poderá dizer ao homem o que acontecerá depois dele debaixo do sol?”*
(Ecl 6, 12)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por todas as graças que me concedeu.

Aos meus pais Roberto e Elaine que desde o início dessa nova escolha me apoiaram e com muita dedicação não mediram esforços para a minha felicidade, estando sempre presentes na minha vida.

Ao meu irmão João Luiz que é minha grande companhia. Meu fiel amigo de todas as horas.

A minha grande e linda família, principalmente meus avôs (Luiz *‘in memoriam’* e João), minhas avós (Francisca e Alice) e minha madrinha (Eliana).

Ao meu orientador Professor Wildson Luiz Pereira dos Santos por se dispor a trabalhar no desenvolvimento deste trabalho sempre com muita compreensão e atenção.

A minha coorientadora Professora Maria Marcia Murta por compartilhar o seu vasto conhecimento sobre o tema de estudo com muito carinho e simpatia.

Ao Professor Roberto Ribeiro da Silva por sua contribuição na qualificação deste trabalho, com conselhos essenciais para o seu progresso.

Ao meu orientador Professor Jez Willian Batista Braga por toda aprendizagem, paciência e atenção proporcionada ao longo desses anos de iniciação científica.

A todos os professores do Ensino de Química por participarem da minha formação profissional e pessoal, demonstrando sempre a importância e o amor de ser Educador.

Aos meus amigos, especialmente: as minhas amigas Gisele, Cici, Celinha e Sandrinha, assim como os amigos do CMRJ, que apesar da distância e do tempo, mantêm o valor da verdadeira amizade; os meus AQQUAmiguinhos e agregados: Anninha, Artur, Carlinha, Ciça, Daniel, Douglas, Everaldo, Gabi, Isabela, Isabella, Jana, João, Joyce, Laiz, Lorena, Marina, Natasha, Rafael, Raphael, Tamillis, Tati, Victor Hugo e Victor; as minhas queridas Carlinha, Daphne, Erika, Iraci, Lennine, Marília, Rapha, Riane, Thayna e Verônica; além de toda turma de Química Bacharelado 2/2005 e da minha turma de coração da Licenciatura, por todo apoio, carinho e companheirismo em momentos que ficarão para sempre registrados.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
INTRODUÇÃO.....	7
CAPÍTULO 1 – O ENFOQUE CTS.....	9
1.1 Origem e Caracterização do Movimento CTS	9
1.2 O Enfoque CTS no Ensino Médio.....	11
CAPÍTULO 2 – O PROTETOR SOLAR	15
2.1 Radiações Solares	15
2.2 Proteção Natural	18
2.2.1 Camada de Ozônio.....	18
2.2.2 Pele Humana.....	19
2.3 Proteção Artificial.....	23
2.3.1 Filtros Solares	25
2.3.2 Fator de Proteção Solar.....	28
2.3.3 Rotulagem do Protetor Solar	29
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE	40

RESUMO

O tema Protetor Solar é interdisciplinar e possibilita a inserção de conceitos científicos aliados a situações do cotidiano. Ao utilizar este tema fundamentado no enfoque CTS, ganha-se uma nova alternativa para o processo de ensino-aprendizagem na garantia de uma aprendizagem significativa. Assim, prevalece-se a formação de um aluno ativo, crítico e participante na sociedade a que pertence. Essa formação sendo considerada uma primordial resposta da relação professor-aluno. Dessa forma, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso é apresentar um texto voltado para o professor aplicar em uma turma de Ensino Médio, abordando o tema protetor solar fundamentado no enfoque CTS, destacando assuntos relevantes sobre este produto e a sua atuação. O material contempla os conteúdos de Química no sentido de apoiar o professor. Tal trabalho se divide em três capítulos, sendo os dois primeiros destinados a revisões bibliográficas. O capítulo um trata do enfoque CTS, apresentando a origem e caracterização do movimento CTS e seu enfoque no Ensino Médio. O capítulo dois expõe os principais assuntos relevantes para a compreensão da necessidade e formulação do protetor solar, partindo da descrição das radiações solares, com ênfase nos raios ultravioleta, e em seguida relata-se sobre os dois tipos de proteção: a *natural* – citando a atuação da camada de ozônio e da pele humana – e a *artificial* – definindo o produto protetor solar, assim como, a sua composição, as suas propriedades químicas, o fator de proteção solar e os elementos essenciais de sua rotulagem. O capítulo três descreve a metodologia que foi empregada para a construção do texto ***Afinal, o que podemos falar sobre Protetor Solar?***. Para aplicação desse texto é necessário que, anteriormente, haja uma discussão sobre os temas indicados, a fim de se obter os conhecimentos prévios da turma, não comprometendo a sua proposta.

Palavras-chaves: Enfoque CTS, Radiação Ultravioleta, Protetor Solar.

INTRODUÇÃO

As disciplinas da área de Ciências são vistas por grande parte dos alunos como desinteressantes. Um dos maiores problemas que acarreta esse tipo de pensamento é a falta de contextualização existente nos livros didáticos adotados e nas aulas aplicadas pelos professores, dificultando a compreensão dos conteúdos científicos vinculados aos fenômenos do dia a dia. Tal fato acaba comprometendo o principal fim da educação básica que é a de formar cidadãos para a vida em sociedade (SANTOS e SCHNETZLER, 2003). Também com esse objetivo surgiu o movimento CTS.

O enfoque CTS proporciona discussões acerca de como a interação Ciência-Tecnologia vem a implicar na sociedade, contextualizando assim os temas científicos, empregados em certa tecnologia, com temas sociais. Apesar do ensino tradicional, caracterizado pela memorização e pelo caráter unilateral, no qual só o professor é detentor de conhecimento, esse enfoque fornece oportunidades à troca de informações. Logo, propicia a participação do aluno, tendo o professor o papel de mediador na garantia de um ambiente a favor do desenvolvimento do senso crítico. Com isso, o aluno torna-se capaz de refletir sobre os valores morais, considerando tanto os seus direitos quanto os seus deveres perante a sociedade a que pertence.

Dessa forma, observa-se que

Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança. (BAZZO *et al.*, 2003, p. 125).

O tema Protetor Solar foi adotado neste trabalho de conclusão de curso por, justamente, favorecer a introdução de novos conceitos científicos ligados a fatos do cotidiano do aluno, através da relação ciência, tecnologia e sociedade. Esse tema ainda tem o caráter

interdisciplinar, garantindo a abordagem de assuntos que envolvem Química, Biologia, Física, Geografia, História e Sociologia.

A inserção do tema Protetor Solar dentro de sala de aula permite embasar aulas temáticas de química como, por exemplo, modelos atômicos, funções inorgânicas e orgânicas. Ao se iniciar e aliar um conteúdo, reconhecido como abstrato, ao tema proposto assegura-se condições familiares para o aluno, aguçando um interesse maior sobre o assunto.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso é apresentar um texto voltado para o professor aplicar em uma turma de Ensino Médio, abordando o tema protetor solar fundamentado no enfoque CTS, destacando assuntos relevantes sobre este produto e a sua atuação. O material contempla os conteúdos de Química no sentido de apoiar o professor. Para isso, o trabalho foi dividido em três capítulos. Inicialmente têm-se revisões bibliográficas, sendo o capítulo um referente ao Enfoque CTS e o capítulo dois ao Protetor Solar. De forma que o capítulo um apresenta a origem e a caracterização do Movimento CTS, assim como o enfoque desse movimento no Ensino Médio. Já o capítulo dois destaca os principais assuntos relevantes para a compreensão da necessidade e formulação do protetor solar. Havendo, primeiramente, uma descrição das radiações solares, com ênfase nos raios ultravioleta. Em seguida, os dois tipos de proteção que o ser humano dispõe foram relatados: a proteção natural – citando a atuação da camada de ozônio e da pele humana – e a proteção artificial – definindo o protetor solar, sua composição, suas propriedades químicas, o fator de proteção solar e os elementos essenciais de sua rotulagem. Em posse disso, desenvolveu-se o texto *Afinal, o que podemos falar sobre Protetor Solar?*, cuja metodologia é mencionada no capítulo três.

CAPÍTULO 1 – O ENFOQUE CTS

Este capítulo destaca o enfoque CTS. Este enfoque é o referencial para a elaboração do texto para o professor de Ensino Médio. Desse modo, tal tarefa visa promover uma maior integração do tema científico com um tema familiar para o aluno para, conseqüentemente, formar um sujeito crítico e capaz de exercer verdadeiramente a cidadania.

1.1 Origem e Caracterização do Movimento CTS

Por volta do século XX, observou-se que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico progredia contra o bem estar social, resultando prejuízos, como a degradação ambiental. Principalmente nas décadas de 1960 e 1970, esse avanço desencadeou várias reflexões sobre o impacto tanto da ciência quanto da tecnologia na vida da sociedade moderna, analisando o ocorrido de forma crítica por meio de movimentos sociais. A partir daí, originou-se o movimento CTS. Este movimento levantava discussões sobre a relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. (AULER e BAZZO, 2001; TEIXEIRA, 2003; SANTOS e MORTIMER, 2001).

A ciência não mais era “uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalhava desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal, cujas conseqüências ou usos inadequados não eram de sua responsabilidade” (SANTOS e MORTIMER, 2001, p. 96). Com o surgimento do enfoque CTS, ela passa a ser resultante de aspectos sociais, culturais, econômicos e ambientais. Agora a sua atividade não pertence apenas ao cientista, mas também à sociedade, permitindo a participação desta sob os fatores que essa atua (SANTOS e MORTIMER, 2001).

Com isso, o principal objetivo desse tipo de enfoque é a formação do educando em um cidadão, de forma que esse seja capaz de tomar decisões por meio de uma proposta que articule ciência, tecnologia e sociedade (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Pretendendo chegar, então, a uma educação que se permita o posicionamento do aluno, ofertando oportunidades. Dessa forma, o professor deverá atuar como um

[...] grande articulador para garantir a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do processo e a realização de projetos, nos quais os alunos estabelecem conexões entre o conhecimento adquirido e o pretendido com a finalidade de resolver situações-problema, em consonância com suas condições intelectuais, emocionais e contextuais. (PINHEIRO *et al.*, 2007, p. 77).

Segundo Santos e Mortimer (2002), o enfoque CTS pode ser caracterizado por aquele que contém as ciências no âmbito tecnológico e social, permitindo assim uma melhor compreensão aos alunos por integrarem o conceito científico, a tecnologia e suas experiências do cotidiano.

Com o enfoque CTS, o trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia não é mais um instrumento de controle do professor sobre o aluno. Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstróem [sic] a estrutura do conhecimento. Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito da neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula. (PINHEIRO *et al.*, 2007, p. 77).

Os currículos relativos ao ensino com uma abordagem CTS apresentam a concepção de:

(i) *ciência* como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (ii) *sociedade* que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) *aluno* como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (iv) *professor* como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões. (SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 3, grifos do autor)

Tais currículos devem conter:

(i) a apresentação de conhecimentos e habilidades científicos e tecnológicos em um contexto pessoal e social; (ii) a inclusão de conhecimentos e habilidades tecnológicos; (iii) a ampliação dos processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão e (iv) a implementação de projetos de CTS no sistema escolar. (SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 3-4).

Mediante a adoção desses currículos, os alunos poderão adquirir os seguintes desenvolvimentos e habilidades:

a auto-estima, comunicação escrita e oral, pensamento lógico e racional para solucionar problemas, tomada de decisão, aprendizado colaborativo/cooperativo, responsabilidade social, exercício da cidadania, flexibilidade cognitiva e interesse em atuar em questões sociais. (HOFSTEIN, AIKENHEAD e RIQUARTS, 1988¹ apud SANTOS e MORTIMER, 2001, p. 96).

Dessa forma, a inserção do enfoque CTS aos currículos escolares age de modo a alavancar o estudante a se colocar como um ser questionador, dono de saber, um agente integrante do processo de ensino-aprendizagem, estendendo essa característica além da sua vivência escolar, levando consigo para o futuro (PINHEIRO *et al.*, 2007).

1.2 O Enfoque CTS no Ensino Médio

Baseado no descrito acima, pode-se inferir que a utilização do enfoque CTS no Ensino Médio visa “desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões” (SANTOS e MORTIMER, 2002, p. 5).

Dentre os objetivos, encontra-se o desenvolvimento de valores. Estes denotam a importância de um indivíduo estar ciente dos assuntos comunitários. Cabe a pessoa ser solidária, generosa, fraterna, respeitar ao próximo, saber lidar no meio em que vive e tentar solucionar os problemas coletivos. Todas essas são qualidades primordiais encontradas em um ser humano e expressam não somente o desenvolvimento individual, mas também desencadeiam o progresso na sociedade. (SANTOS e MORTIMER, 2002; SANTOS e SCHNETZLER, 2003).

¹ HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p.357-366, 1988.

Na primeira versão dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), denominou-se uma área de aprendizado como Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, ao invés de apenas Ciências e Matemática. Cada disciplina dessa área visava habilidades e competências relacionadas a julgamentos práticos como, por exemplo, obter e analisar informações. Havia também nas disciplinas de Biologia, Física, Matemática e Química questões referentes ao princípio de contextualização, em que a inter-relação entre ciência e tecnologia leva em conta o contexto social, enumerando-se os objetivos como competências e habilidades, relativos à contextualização sociocultural. Todas essas recomendações ainda estão presentes nas mais recentes Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), que também destacam a importância da interdisciplinaridade e contextualização a serem adotadas no processo de ensino-aprendizagem fundamentado na interação professor-aluno e, assim, contribuir na formação de um cidadão (SANTOS, 2007). Logo, imprimem as finalidades almejadas por um ensino com enfoque CTS.

Para se formar um cidadão, o Ensino Médio tem que oferecer ao aluno

[...] condições de compreender a natureza do contexto científico-tecnológico e seu papel na sociedade. Isso implica adquirir conhecimentos básicos sobre filosofia e história da ciência, para estar a par das potencialidades e limitações do conhecimento científico pois, para que o cidadão possa tomar suas decisões, precisa ter evidências e fundamento. (PINHEIRO *et al.*, 2007, p. 79).

Tal afirmação está associada ao artigo 36 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB), que ainda expressa à necessidade de metodologias de ensino e de avaliação dentro de sala de aula que venham a estimular a iniciativa dos alunos. (PINHEIRO *et al.*, 2007).

É preciso estimular o aluno a desenvolver a adaptabilidade e flexibilidade, formando-o como pessoa que tome decisões, avalie o papel das decisões humanas na determinação da sobrevivência e da vida na sociedade futura. É, pois, imprescindível desenvolver nos alunos a capacidade de diferenciar o que é conhecimento do que é informação, verificando o que há de mais relevante para poder resolver criticamente um problema específico no campo sócio-tecnológico. (PINHEIRO *et al.*, 2007, p. 79).

Desse modo, pode-se concluir que para aplicar o enfoque CTS é necessário o emprego de estratégias de ensino bem estruturadas e organizadas, diferentemente de apenas passar conhecimento. Tais estratégias devem, primeiramente, levar em consideração os

conhecimentos prévios dos estudantes, fazendo-se a contextualização dos temas sociais. Ao se lançar um problema, o estudante tentará resolvê-lo, baseando-se em suas experiências, instigando-o antes mesmo de inserir o conhecimento científico. Assim, o professor deve estar preparado e de posse de materiais adequados, visando não apenas a escola em si, mas o meio no qual o seu aluno convive. (PINHEIRO *et al.*, 2007).

Algumas técnicas didáticas são sugeridas para serem usadas como estratégias em um ensino com enfoque CTS, tais como: sessões de discussão, jogos de simulação, fóruns e debates, palestras, trabalhos de grupo e individuais, pesquisa de campo, solução de problemas, leitura de textos ilustrativos e trabalhos cooperativos. Essas técnicas auxiliam no desenvolvimento de atitudes e habilidades necessárias para a formação do senso crítico do aluno e, assim, promovem a reflexão sobre a sociedade em que convive, garantindo o valor da cidadania. (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Os materiais de ensino relativos ao enfoque CTS são melhores organizados partindo de uma introdução com um problema social. Em seguida, analisa-se a tecnologia relacionada a esse problema social, havendo então um estudo científico também decorrente desses fatores. Posteriormente, há o estudo da tecnologia correlata com o conteúdo apresentado e, por fim, há uma discussão da questão social colocada em pauta inicialmente. (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Um material exemplo desse tipo de abordagem é o livro *Química Cidadã*. O livro é apresentado na forma de coleção de três volumes (SANTOS *et al.*, 2010a, 2010b e 2010c) e teve sua origem a partir do Projeto de Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS), que foi desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química (LPEQ) do Instituto de Química da Universidade de Brasília (UnB) em 1996. O primeiro livro publicado por esse projeto foi o *Química na Sociedade* (MÓL *et al.*, 1998) em 1998 e tinha o formato de dois módulos, abrangendo os conteúdos apenas da primeira série do Ensino Médio. No ano 2000, esses dois módulos foram revisados e ampliados, publicando-se uma segunda edição (MÓL *et al.*, 2000). Nos anos seguintes, especialmente de 2003 a 2004, os conteúdos foram reordenados, compondo uma coleção de nove módulos, porém apenas quatro módulos foram publicados. Este livro recebendo um novo título *Química e Sociedade* (MÓL *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2003, 2004a e 2004b). O livro *Química e Sociedade* (SANTOS *et al.*, 2005) em volume único foi publicado no ano de 2005, correspondendo aos nove módulos anteriores, com algumas adaptações (SANTOS *et al.*, 2009). Com a reformulação deste, obteve-se o livro *Química Cidadã*.

Apesar da mudança do título, o modelo curricular adotado por esses livros permaneceu o mesmo. Inicia-se o conteúdo com um texto gerador possuindo temas sociais (Tema em Foco) e, a partir deste, problematiza e estabelece relações com os conceitos químicos pertinentes. Quando esses conceitos são apresentados aos alunos, novos textos são ilustrados com a finalidade de se retomar o tema em foco na unidade, explicando assim a relação entre os conceitos químicos estudados. Estes textos são desencadeados em forma sucessiva, até o término do conteúdo programático. No final, os temas sociais iniciais são retomados e algumas atividades envolvendo aspectos ambientais, econômicos, éticos, sociais, políticos e culturais são introduzidos. (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Mesmo com a disponibilização de diversos trabalhos científicos relatando sobre o movimento CTS, entre outros movimentos, e sua contribuição positiva no rendimento dos alunos, ainda há uma grande parcela de escolas que ainda trabalham de forma descontextualizada, prezando pela memorização e a desvalorização do aluno em sala de aula. Essas escolas transmitem o pensamento errôneo para o aluno de que a ciência não tem correlação com os fatos de seu cotidiano. Elas confirmam a ideia de que a ciência não passa de nomes estranhos, fórmulas abstratas, reações sem sentido e conceitos decorebas, ao invés de mostrar que na realidade ao se entender a Ciência, pode-se aliá-la a vários fenômenos do dia a dia, tirando vantagem dessa literatura. (SANTOS, 2007).

Uma das maiores causas para essa ideia se manter é a existência de poucas instituições no Brasil com linha de pesquisa voltada para o enfoque CTS, não ofertando o acesso de especialização para a grande maioria dos professores. Além disso, a formação disciplinar é insuficiente, pois pouco se explora da interdisciplinaridade desejada em um ensino com esse enfoque, ainda requerendo a formação continuada dos docentes com reformas nos currículos das licenciaturas. (PINHEIRO *et al.*, 2007).

Quando ocorrer a resolução dessas deficiências e a reflexão coerente dos professores sobre o atual quadro do ensino brasileiro, pode-se chegar a um dia a pensar em um ensino proveitoso. Neste ensino todos conseguirão discernir a ciência utilitária daquela que é só um pré-requisito para ser aprovado no final do ano ou no vestibular.

CAPÍTULO 2 – O PROTETOR SOLAR

O Sol é essencial para a existência da vida na Terra. A exposição solar pode fornecer benefícios – como, por exemplo, o estímulo à produção de vitamina D e a sensação de bem-estar físico e mental – e malefícios ao ser humano. Estes malefícios ocorrem, principalmente, quando não são tomados os devidos cuidados perante a essa exposição. (FLOR *et al.*, 2007).

As características individuais da pele exposta, da frequência e do tempo de exposição, da intensidade, assim como a estação do ano, a localização geográfica, a condição climática e o período do dia, são fatores que devem ser levados em conta ao se pesquisar sobre os efeitos da radiação solar. Aos efeitos nocivos provocados pela radiação ultravioleta (UV), dedicam-se diversos trabalhos científicos. Estes trabalhos demonstram que este tipo de radiação ocasiona o envelhecimento precoce, queimaduras e câncer de pele, pois conseguem penetrar na pele danificando o DNA (ácido desoxirribonucléico) e produzindo perigosos radicais livres. (FLOR *et al.*, 2007; ARAUJO e SOUZA, 2008).

Para se evitar esses efeitos nocivos é necessário que sejam adotadas medidas preventivas durante a exposição solar, tais como: usar óculos escuros, vestimentas apropriadas, artigos de chapelaria, guardassóis, protetor solar e evitar a exposição entre às 10 e 16 horas.

Segundo Araujo e Souza (2008), o uso dos protetores solares acontece com a finalidade de se diminuir a quantidade de radiação UV a ser absorvida pela pele humana, funcionando como uma barreira protetora.

Observando a importância da utilização do protetor solar e a maneira pela qual este produto atua, este capítulo abordará alguns temas a serem considerados para o bom entendimento dos fenômenos referentes ao produto protetor solar.

2.1 Radiações Solares

A radiação solar contém a faixa entre as radiações ultravioleta às radiações infravermelha. Pela Figura 1, observa-se que quando em menores comprimentos de onda a

energia aumenta, sendo a radiação ultravioleta a mais energética dentre as radiações ilustradas.

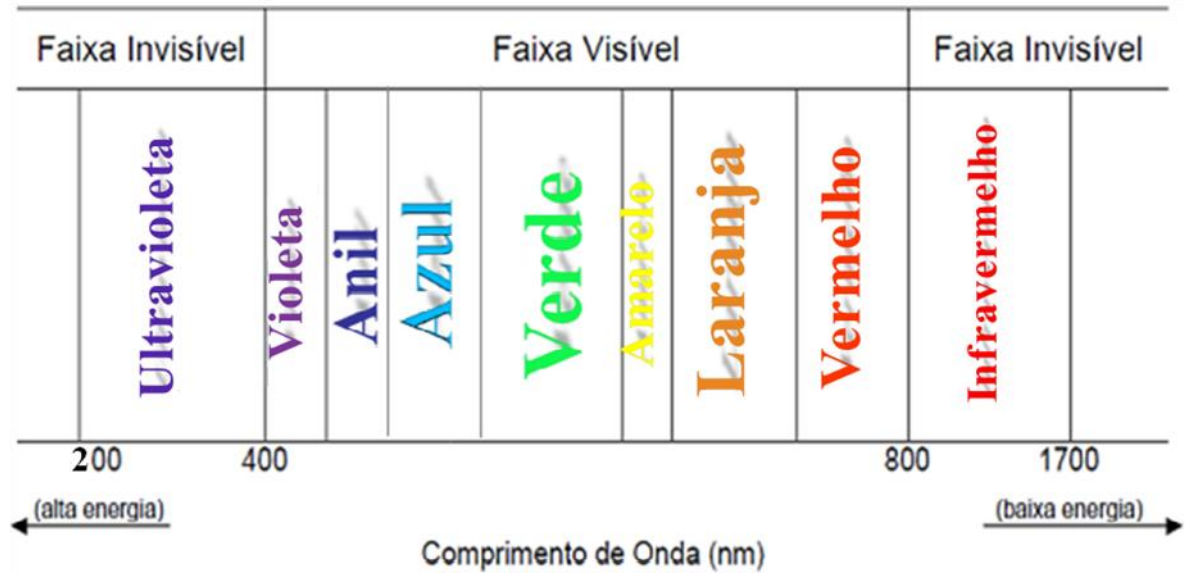


Figura 1. Faixas das radiações eletromagnéticas correspondentes às radiações ultravioleta, visível e infravermelha (adaptado de RIBEIRO, 2004; ARAUJO e SOUZA, 2008).

A presença destas radiações do espectro solar é notada pelo organismo de diferentes formas: “a radiação infravermelha (IV) é percebida sob a forma de calor, a radiação visível (Vis) através das diferentes cores detectadas pelo sistema óptico e a radiação ultravioleta (UV) através de reações fotoquímicas” (FLOR *et al.*, 2007, p. 153). Estas reações podem incitar a produção de melanina, cuja manifestação visível está na forma de bronzeamento da pele ou na produção de simples inflamações até graves queimaduras. Tais reações podem também ocasionar mutações genéticas e comportamentos anormais das células, nos quais a frequência tem aumentado nos últimos anos (FLOR *et al.*, 2007).

Assim, a exposição à radiação ultravioleta corrobora uma situação contraditória. Ao mesmo tempo em que confere a formação de vitamina D ao organismo humano e o processo de fotossíntese, sendo vital para a sobrevivência na Terra, esta radiação pode desencadear uma série de danos a saúde humana. Danos estes que podem afetar pele, olhos e mucosas de imediato e, por conseguinte, atingir a derme e o DNA celular, ocasionando mutações nos genes, promovendo o desenvolvimento do câncer e provocando o fotoenvelhecimento. (RIBEIRO, 2004; SILVA, V., 2003; FLOR *et al.*, 2007).

No entanto, a grande parte das radiações nocivas é atenuada ao atravessar as camadas atmosféricas. Esse fenômeno ocorre por processos de absorção, reflexão e dispersão na

estratosfera, onde se encontra a camada de ozônio, e na troposfera (RIBEIRO, 2004). Por esse fato, a preocupação com a destruição da camada de ozônio só faz aumentar, implicando providências públicas como, por exemplo, a substituição de clorofluorocarbonetos por outras substâncias inertes na composição dos aerossóis.

Divide-se a faixa da radiação ultravioleta em três partes, conforme observado na Tabela 1:

Tabela 1. Faixas da radiação ultravioleta, suas propriedades físicas e seus efeitos biológicos.

Faixas da radiação ultravioleta (UV)	UVA		UVB	UVC
	UVA I	UVA II		
Comprimento de Onda (λ)	340 - 400 nm	320 – 340 nm	290 – 320 nm	200 – 290 nm
Absorção pela Camada de Ozônio	Nenhuma		Parcial	Total
Duração de Incidência na Terra	Todo o dia		Entre 10 e 14 horas ao dia	-----
Efeitos Biológicos	Fotoenvelhecimento, aparecimento de rugas, flacidez, fotossensibilização, câncer de pele, danos ao sistema vascular periférico, bronzeamento de pele.		Semelhantes aos efeitos do UVA + Eritemas + catarata + Supressão do sistema imune da pele	Carcinogênico e Mutagênico

Fonte: FLOR *et al.*, 2007; SILVA, V., 2003; MASSON e SCOTTI, 2003; CABRAL *et al.*, 2011; MONTEIRO, 2008.

Alguns fatores podem influenciar os níveis da radiação ultravioleta que incidem na superfície terrestre, tais como: *clima* – menores níveis de raios UV em regiões de clima temperado, em relação às regiões próximas ao Equador; *altitude* – regiões próximas ao nível do mar recebem maiores níveis; *latitude* – quanto maior a distância do Equador, menor é a incidência anual desse tipo de radiação para uma dada região; *horário do dia* – maior incidência dos raios UVA entre 6h30 e 17h30 e entre 10h e 16h maior incidência de UVB; *presença de nuvens* – quanto maior a presença de nuvens, menor a incidência. (MONTEIRO, 2008).

Além da proteção natural, como a camada de ozônio e a pele, o ser humano conta com a proteção artificial, que vai de encontro aos raios ultravioleta. A seguir, têm-se maiores detalhes sobre esses tipos de proteção e como ocorrem.

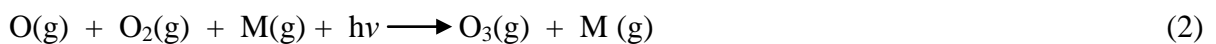
2.2 Proteção Natural

2.2.1 Camada de Ozônio

Em 1839, ao efetuar descargas elétricas na atmosfera, Christian Schönbein sentiu um cheiro semelhante a aquele emitido na decomposição da água por correntes voltaicas. A esse odor denominou de ozônio (do grego “ozein” que significa cheiro). Este gás ozônio (O_3) hoje sendo reconhecido por participar ativamente da química da atmosfera (SILVA, F., 2008). A camada de ozônio encontra-se na estratosfera entre 20 e 50 quilômetros de altitude (SANTOS *et al.*, 2010b).

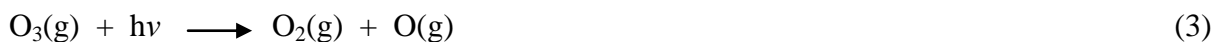
A radiação ultravioleta, representada por $h\nu$ nos esquemas abaixo, participa tanto do processo de formação (Esquema 1) quanto do processo de dissociação (Esquema 2) do ozônio na estratosfera. No primeiro caso, a radiação ultravioleta irá dissociar o oxigênio molecular em oxigênio atômico (1) e este, por sua vez, irá reagir com o gás oxigênio (O_2), necessitando da presença da molécula M para remover o excesso de energia liberado no processo (2). Esta molécula se mantendo inalterada. (SILVA, F., 2008; ANDRADE e SARNO, 1990).

Esquema 1. Processo de formação da camada de ozônio (adaptado de ANDRADE e SARNO, 1990; SANTOS *et al.*, 2010b).



A dissociação do ozônio (3) ocorre devido à absorção da radiação ultravioleta por esse gás, prevenindo a incidência excessiva dessa radiação, que provocaria diversos danos nas formas de vida da Terra. (ANDRADE e SARNO, 1990).

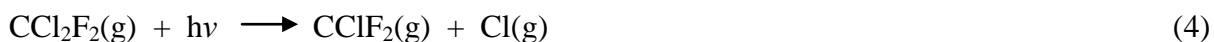
Esquema 2. Processo de dissociação da camada de ozônio (adaptado de ANDRADE e SARNO, 1990; SANTOS *et al.*, 2010b).



A relação dos clorofluorocarbonetos (CFCs) com a destruição da camada de ozônio separa opiniões. Alguns pesquisadores acreditam na ação de depleção dos CFCs sob esta camada, outros julgam que é difícil provar tal manifestação. Contudo; Rowland e Molina, em 1973, verificaram que os clorofluorocarbonetos, embora substâncias inertes, são decompostos

pela radiação ultravioleta na estratosfera (Esquema 3), liberando átomos de cloro (4). Ao realizarem cálculos focados nas reações entre o átomo de cloro e a molécula de ozônio (5), constataram que apenas um único átomo de cloro poderia destruir milhares de moléculas de ozônio, já que esse átomo é regenerado (6). Como resultado final (Esquema 4), tem-se que tanto pela reação de átomos livres de oxigênio (7) quanto por átomos de cloro (5) há a destruição da camada de ozônio, debilitando assim a absorção das radiações ultravioleta. (SILVA, F., 2008; ROCHA-FILHO, 1995; ANDRADE e SARNO, 1990; SANTOS *et al.*, 2010b).

Esquema 3. Equações que representam as reações ocasionadas pela presença de CFCs na estratosfera, mediante a incidência de radiação ultravioleta sob a camada de ozônio (adaptado de ANDRADE e SARNO, 1990; ROCHA-FILHO, 1995; SANTOS *et al.*, 2010b).



Esquema 4. Equações que representam as principais reações responsáveis pela destruição da camada de ozônio (adaptado de ANDRADE e SARNO, 1990; ROCHA-FILHO, 1995; SANTOS *et al.*, 2010b).



Felizmente, os humanos não contam somente com a camada de ozônio para a sua proteção, mas também com a sua própria pele. Abaixo, tem-se uma maior descrição sobre os elementos que permitem a pele humana propiciar essa importante função.

2.2.2 Pele Humana

A pele humana representa menos de 15% do peso do corpo humano e é considerada o maior órgão humano em termos de extensão (MENDONÇA e RODRIGUES, 2011). Ela possui, principalmente, duas partes:

Epiderme: é a camada mais externa da pele, sendo então, a primeira camada a receber as radiações solares. Ela é formada por tecido epitelial de revestimento e contém células sem vitalidade. É subdividida em: camada córnea (a mais externa), camada granulosa, camada

espinhosa e a camada basal (a mais interna). Sua principal função é a proteção e o equilíbrio hidroeletrolítico. (MONTEIRO, 2008; GONÇALVES, 2010).

Derme: essa camada é formada por tecido conjuntivo, contendo: fibras elásticas e colágenas, vasos sanguíneos e linfáticos, terminações nervosas e nervos, folículos pilossebáceos e glândulas sudoríparas (MONTEIRO, 2008), conforme visualizado na Figura 2.

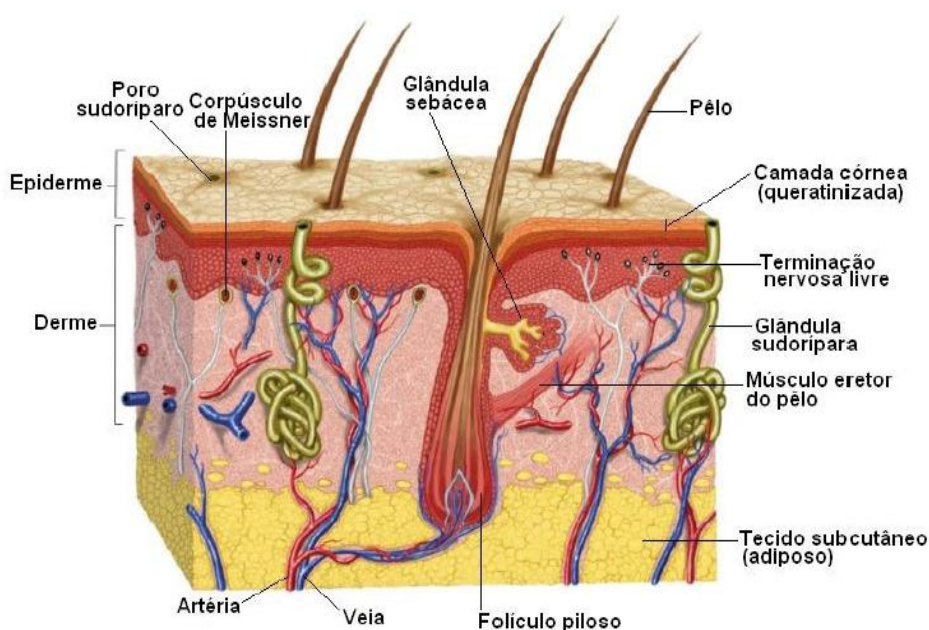


Figura 2. Camadas da Pele (extraído de MONTEIRO, 2008).

A radiação ultravioleta quando incide na pele humana pode provocar alguns efeitos nocivos. Porém, a pele possui uma considerável proteção, contando com a camada córnea (queratina), o ácido urocânico e a melanina, presentes nas suas camadas mais superiores (SILVA, V., 2003; RIBEIRO, 2004). Algumas propriedades desses encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades da camada córnea (queratina), do ácido urocânico e da melanina.

	Camada Córnea (queratina)	Ácido Urocânico	Melanina
Localização	Na parte mais superficial da Epiderme	Epiderme	Na camada mais profunda da Epiderme (camada basal)
Constituição	Células mortas, anucleadas e com queratina	Células jovens, colunares e justapostas	Eumelanina (pigmento preto ou marrom) e feomelanina (pigmento marrom ou avermelhado)

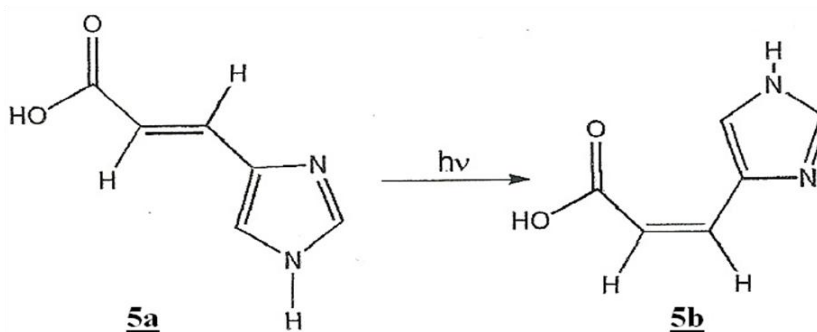
Funções	Barreira para a perda de água do organismo para o ambiente e é contra a penetração de produtos externos	Absorve radiação eletromagnética na faixa do UVB	Absorve radiação eletromagnética na faixa do UVA e do UVB e protege o DNA celular
----------------	---	--	---

Fonte: GONÇALVES, 2010; SILVA, V., 2003; MONTEIRO, 2008; RIBEIRO, 2004.

As células mais antigas (mortas, anucleadas e com queratina) são empurradas para a superfície da pele, de acordo com a produção de novas células na camada basal (a mais profunda da epiderme), formando a camada córnea. A espessura desta camada depende da exposição à radiação ultravioleta, pois, quando em contato com o sol, a camada basal produz mais células novas e, conseqüentemente, as células mais antigas são empurradas para a superfície do corpo. Assim, quando a pele é exposta intensamente a luz solar, a camada córnea será mais larga e terá menor sensibilidade a radiação ultravioleta, prevenindo contra a penetração dessas radiações. (GONÇALVES, 2010).

O ácido urocânico é produto da degradação metabólica de um dos aminoácidos que forma as proteínas da pele, a histidina. Após o estímulo cutâneo pela radiação ultravioleta, o ácido urocânico antes na forma *trans* (**5a**) é isomerizado à forma *cis* (**5b**) ao absorver os raios UVB. O Esquema 5 ilustra essa modificação. Esse ácido está presente na secreção sudorípara, conferindo a esta secreção a propriedade de ser um fotoprotetor natural. (GONÇALVES, 2010; SILVA, V., 2003).

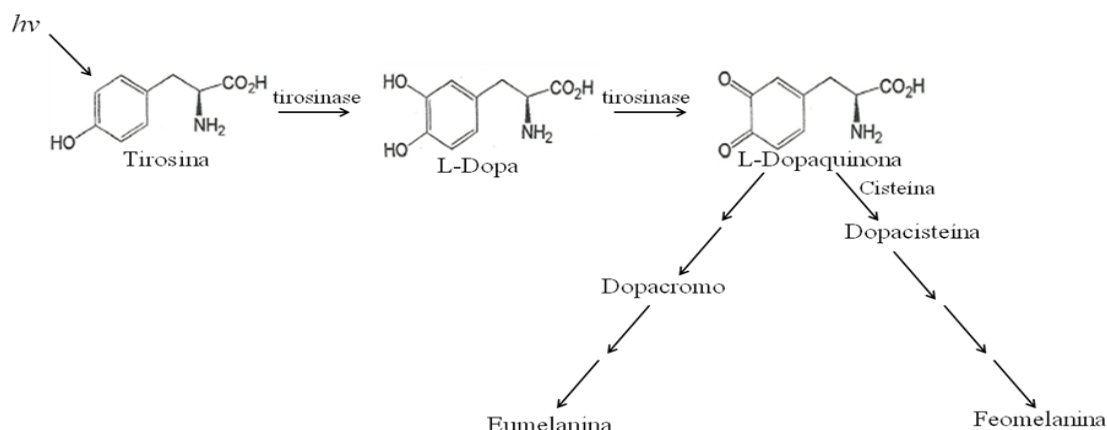
Esquema 5. Ação da radiação ultravioleta sobre o ácido urocânico (adaptado de SILVA, V., 2003).



A melanina é produzida nos melanócitos, que são células epiteliais encontradas na camada basal, mediante o estímulo da radiação ultravioleta. Pelo Esquema 6 observa-se a ação dessa radiação. Ela transforma a tirosina em 3,4-diidroxifenilalanina (L-DOPA), agindo sobre esta, produzindo a L-DOPA-quinona, e após uma série de transformações origina a melanina. Esta é formada por dois pigmentos a feomelanina (marrom ou avermelhado) e a

eumelanina (preto ou marrom). A sua quantidade é diferente de acordo com a cor da pele da pessoa, as pessoas de pele clara têm pouca melanina e, por sua vez, as pessoas de pele negra possuem muita melanina. (GONÇALVES, 2010; COSTA e SILVA, 1995; SILVA, V., 2003).

Esquema 6. Biossíntese da melanina (adaptado de LAND *et al.*, 2001² apud SILVA, V., 2003)



O bronzeamento da pele acontece por duas etapas envolvendo a melanina. Uma delas ocorre devido à oxidação de grânulos pálidos de melanina, havendo um escurecimento deste pigmento, caracterizando um bronzeado rápido com pequena duração, cerca de um dia. A outra etapa corresponde a biossíntese da melanina (ilustrada acima), fornecendo um bronzeamento que se perdura por vários dias sem a necessidade de nova exposição solar. (SILVA, V., 2003; COSTA e SILVA, 1995).

Verifica-se que as estruturas químicas dos constituintes absorventes da radiação ultravioleta da pele possuem estruturas químicas com alto grau de insaturação e conjugação. Estes sistemas conjugados denominam-se cromóforos. Eles possuem a capacidade de absorver a energia incidente como excitação eletrônica, sendo a energia necessária para os elétrons passarem do nível fundamental para o nível excitado correspondente à energia da faixa de radiação visível e ultravioleta. (SILVA, V., 2003).

Para efeitos de saúde pública, foram definidos quatro tipos de pele humana, segundo a EPA (**E**nvironmental **P**rotection **A**gency) dos Estados Unidos. A Tabela 3 apresenta os fototipos de pele, relacionados com a cor de pele e suas respectivas características gerais. (SILVA, F., 2008). Sendo o fototipo “definido pela cor do cabelo, pela pigmentação da pele,

² LAND, E. J.; RAMSDEN, C. A.; RILEY, P. A. Pulse radiolysis studies of orthoquinone chemistry relevant to melanogenesis. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 64, p. 123, 2001.

pela presença de sardas, pela susceptibilidade a queimaduras e pela facilidade de se bronzear” (MASSON e SCOTTI, 2003, p. 44).

Tabela 3. Fototipos de pele humana (adaptado de KIRCHHOFF, 1995³ apud SILVA, F., 2008).

Tipo de Pele	Fototipo de pele	Cor da pele	Característica
A	nunca bronzeia sempre queima	muita branca (loiras e ruivas)	queimadura avermelhada; inchaço doloroso
B	às vezes bronzeia em geral queima	morena clara	Aparência avermelhada; pode bronzear gradualmente
C	em geral bronzeia raramente queima	morena escura	raramente queima; bronzamento rápido
D	sempre bronzeia raramente queima	morena bem escura e negra	raramente queima; bronzamento muito rápido

Apesar da existência das proteções naturais, pode-se concluir que os seres vivos não estão amparados da radiação ultravioleta. Como uma medida adicional em prol dessa proteção, os protetores solares artificiais foram desenvolvidos. O tópico abaixo discute sobre o histórico, a constituição e as propriedades desse outro artifício utilizado como auxílio contra a ação nociva dessa radiação.

2.3 Proteção Artificial

A Figura 3 exibe a passagem histórica do desenvolvimento do protetor solar, em que há relatos que desde a Antiguidade substâncias são utilizadas com o propósito de se bloquear a incidência da radiação solar sobre a pele, já que a pele pálida era vista como padrão de beleza. Com a modernização e a Revolução Industrial, o padrão de beleza modificou, mas a preocupação com a exposição solar se manteve, agora partindo para outro âmbito, não apenas por vaidade/hierarquia, mas em função da saúde. (GONÇALVES, 2010; ARAUJO e SOUZA, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2004).

Denomina-se protetor solar ou fotoprotetor como a associação filtro solar mais veículo. Desse modo, é necessária para a produção de um protetor solar a presença desses dois componentes básicos: filtros solares orgânicos e/ou inorgânicos (os ingredientes ativos), mencionados na seção a seguir, e os veículos. (FLOR *et al.*, 2007).

³ KIRCHHOFF, V. W. J. H. **Ozônio e Radiação UV – B**. São José dos Campos:Transtec, 1995. 73p.

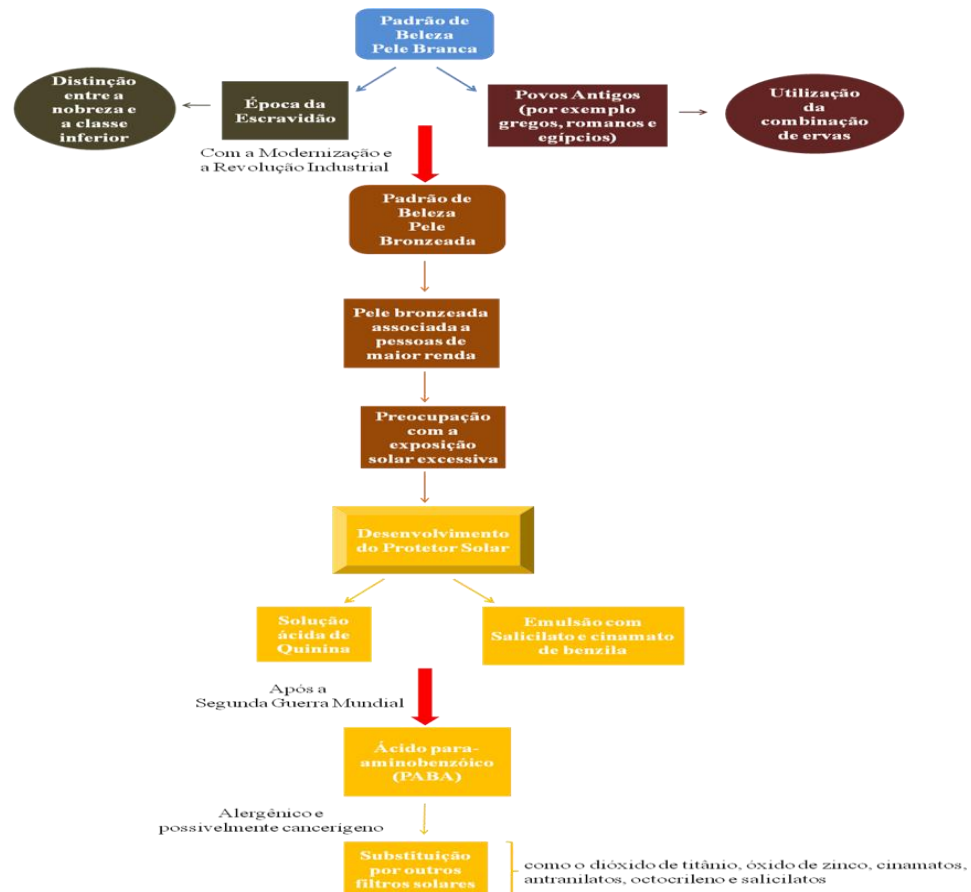


Figura 3. Passagem histórica do desenvolvimento do Protetor Solar (Fonte: GONÇALVES, 2010; ARAUJO e SOUZA, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2004).

Vários são os veículos que podem ser empregados nas formulações dos protetores solares. Os principais veículos utilizados são: *loções hidroalcoólicas* – formadas, principalmente, por álcool e água; *cremes e loções emulsionadas* – com componentes lipossolúveis (óleos, emulsificantes, solubilizantes, ceras e silicones) e hidrossolúveis (propileno glicol, glicerina, polietileno glicol, conservantes, EDTA e água); *géis* – adquiridos a partir de um espessante hidrofílico natural (gomas e alginatos) ou sintético (polímeros e copolímeros de acrilamida); *óleos* – compostos por diversos óleos (vegetais e/ou minerais) e por outras substâncias como alcoóis graxos saturados e polióis de ésteres de ácidos graxos; *bastão (stick)* – contém substâncias graxas com diferentes pontos de fusão (ceras, óleo de rícino, vaselinas) e *pomadas* – sistema semi-sólido à base de óleos derivados de vaselina e lanolina. (FLOR *et al.*, 2007; GONÇALVES, 2010; PAOLA, 2001).

A escolha do veículo adequado deve ser subordinada ao tipo de pele e à preferência da pessoa que vai utilizar o protetor solar, assim como, à solubilidade dos componentes deste produto (CABRAL *et al.*, 2011).

2.3.1 Filtros Solares

Conforme Paola (2001), os filtros solares são os componentes ativos principais da formulação de um protetor solar e são empregados para proteger a pele exposta, de modo a evitar ou retardar os efeitos nocivos do sol.

As seguintes características devem ser reunidas nos filtros solares para serem utilizados na formulação do protetor solar: absorver as radiações ultravioleta na região A e/ou B, apresentando amplo espectro de ação fotoprotetora; ser eficaz em concentrações reduzidas e por períodos de tempo prolongados; ser solúvel em solventes comuns das formulações cosméticas, e estes não devem interferir negativamente em sua ação; ser inodoro ou de odor suave; ser estável frente à luz e ao calor, não originando compostos fototóxicos e/ou sensibilizantes; ser compatível com os componentes da formulação e com o material de acondicionamento; ser bem tolerado pela pele e não interagir com a vestimenta. (PAOLA, 2001).

São duas as classes de filtros solares: inorgânicos e orgânicos, conhecidos também como filtros físicos e filtros químicos, respectivamente. Ambos estão especificados na Tabela 4.

Tabela 4. Características dos filtros solares inorgânicos (físicos) e orgânicos (químicos).

	Filtros Inorgânicos/Físicos	Filtros Orgânicos/Químicos
Apresentação/Estrutura	Pós inertes e opacos	Compostos aromáticos, contendo um grupo doador de elétron na posição <i>para</i> ou <i>orto</i> , com um alto grau de conjugação (cromóforos)
Função	Espalhar e refletir a radiação ultravioleta incidente	Absorver a radiação ultravioleta, que possui alta energia, transformando-a em radiações de menores energias e inofensivas ao ser humano
Mecanismo de Ação	A luz incidente é redirecionada pelas partículas inorgânicas, podendo refletir ou se espalhar por diversos caminhos	O filtro orgânico absorve a radiação ultravioleta, cuja energia corresponde exatamente à diferença entre dois níveis eletrônicos. Havendo que os elétrons situados no orbital molecular totalmente ocupado (estado fundamental) – geralmente um orbital p não ligante ou um orbital π ligante – são excitados a um orbital de energia superior desocupado (estado excitado), normalmente o primeiro orbital antiligante π^* ou σ^* (Figura 4)
Efeitos Biológicos	Baixo índice de irritação	Risco de ser alergênico e/ou cancerígeno
Aparência na Pele	Película Branca	Filme transparente

Exemplos	Óxido de Zinco e Dióxido de Titânio	Salicilatos (6a), Cinamatos (6b), Antranilatos (6c), Benzofenonas (6d), Ácido para-aminobenzóico (PABA) (6e) e seus derivados
-----------------	-------------------------------------	--

Fonte: CABRAL *et al.*, 2011; FLOR *et al.*, 2007; RIBEIRO, 2004; GONÇALVES, 2010; SILVA, V., 2003.

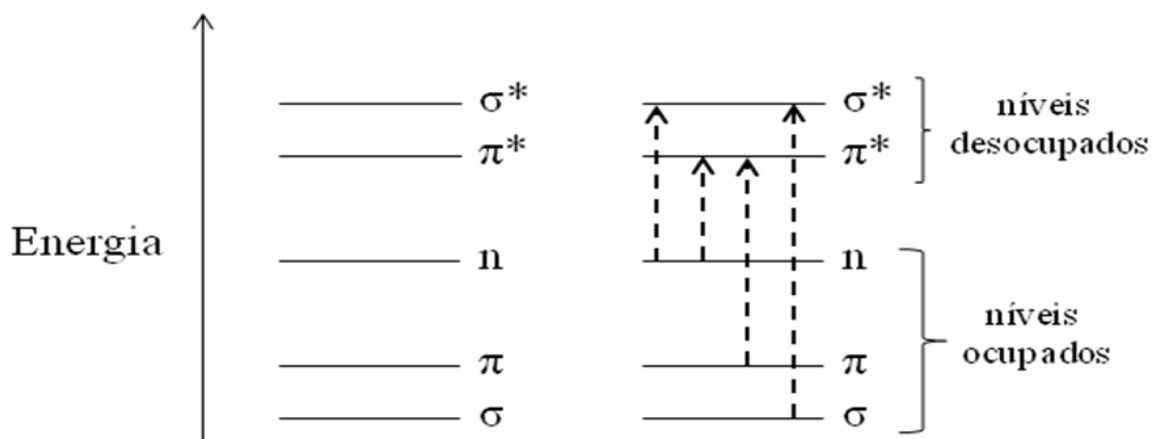


Figura 4. Níveis eletrônicos de energia e transições (extraído de SKOOG e LEARY, 1992⁴ apud SILVA, V., 2003).

Depois de o filtro orgânico absorver a radiação ultravioleta, passando do estado fundamental para o estado excitado, há vários caminhos possíveis para ele emitir a energia acumulada. “O caminho predominante vai depender da velocidade relativa de cada processo e esta velocidade depende da estrutura química do cromóforo” (SILVA, V., 2003, p. 13). A Figura 5 apresenta esses processos:

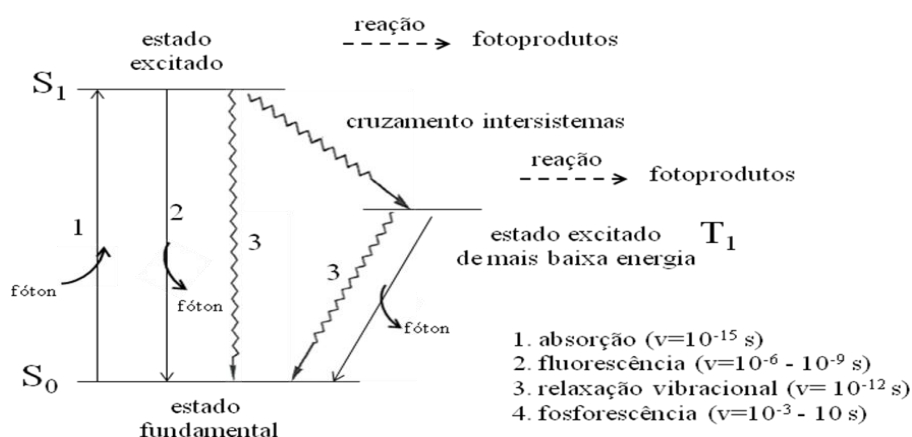


Figura 5. Diagrama dos caminhos possíveis de emissão de energia por um filtro orgânico (extraído de KIMBROUGH, 1997⁵ apud SILVA, V., 2003).

⁴ SKOOG, D. A.; LEARY, J. J. **Principles of Instrumental Analysis**. 4th edition, Saunders College Publishing: USA, 1992.

- a) a molécula pode emitir um fóton e retornar ao estado fundamental (fluorescência);
- b) a molécula pode retornar ao estado fundamental emitindo energia termicamente através de uma série de transições vibracionais (decaimento não-radioativo ou relaxação vibracional);
- c) a molécula pode sofrer alguns tipos de reações no estado excitado (fotoquímica);
- d) e a molécula pode converter a um estado excitado de menor energia e então voltar ao estado fundamental por decaimento radioativo (fosforescência) ou não-radioativo (relaxação vibracional) ou por reações fotoquímicas. (SILVA, V., 2003, p.12-13).

Observa-se que os filtros orgânicos/químicos atuam de forma semelhante aos constituintes absorventes da pele humana, pois ambos contêm em sua estrutura química os chamados cromóforos, sistemas com um alto grau de conjugação. Daí reside o principal motivo de se utilizar o protetor solar, pois os filtros solares presentes em sua formulação irão absorver primeiramente os raios UV, diminuindo a incidência desses raios na pele. A fim de comparação, a Figura 6 demonstra algumas estruturas químicas desses filtros solares.

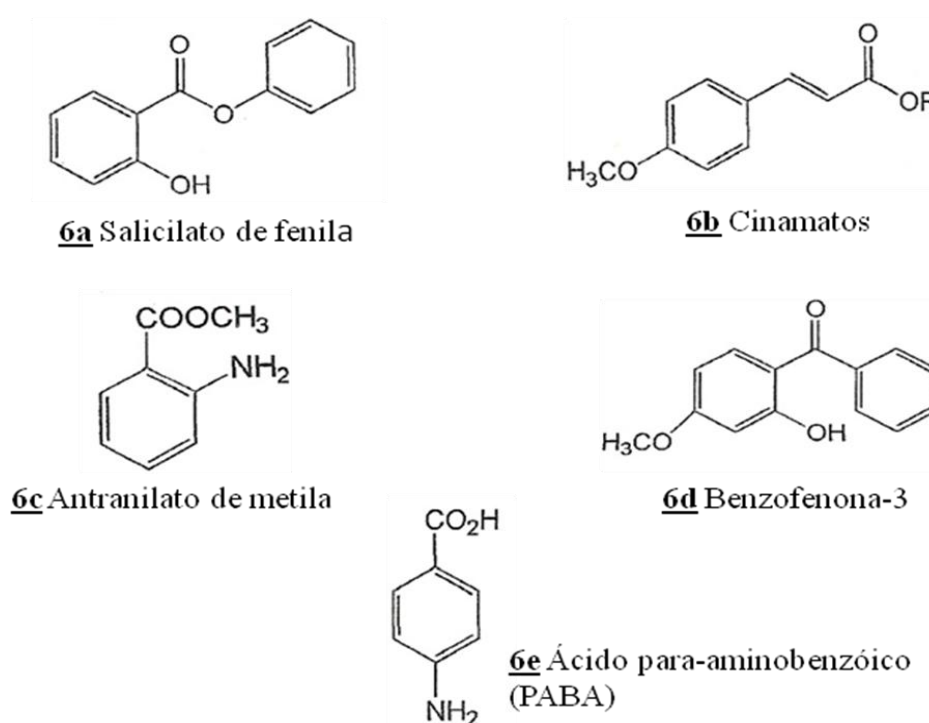


Figura 6. Estruturas químicas de alguns filtros orgânicos (adaptado de SILVA, V., 2003).

⁵ KIMBROUGH, D. R. The photochemistry of sunscreens. **Journal of Chemical. Education**, v. 74, p. 51-53, 1997.

2.3.2 Fator de Proteção Solar

A eficácia de um protetor solar pode ser caracterizada conforme o Fator de Proteção Solar (FPS) (SILVA, V., 2003). De acordo com o Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos, aprovado pela Resolução RDC nº 30 de 1º de junho de 2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), esse fator é definido como a razão entre a dose mínima eritematosa na pele protegida (DMEp) e a dose mínima eritematosa nesta pele não protegida (DMEnp) por um protetor solar (Equação 1):

$$\text{FPS} = \frac{\text{DMEp}}{\text{DMEnp}} \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo a dose mínima eritematosa (DME) aquela em que representa a primeira reação eritematosa, verificada entre 16 e 24 horas após a exposição à radiação ultravioleta, com bordas claramente definidas (BRASIL, 2012). Dessa forma, pode-se admitir que o FPS simbolize um fator de tempo relativo entre a dose eritematosa mínima de cada pessoa com e sem proteção do protetor solar (SILVA, V., 2003).

A Tabela 5 relaciona os fototipos de pele com a propensão a apresentar eritema e com a proteção e o FPS recomendados.

Tabela 5. Fototipos de pele em relação ao comportamento da pele em apresentar eritema, à proteção recomendada e ao Fator de Proteção Solar (FPS) recomendado.

Fototipos de Pele	Comportamento da pele à radiação	Proteção recomendada	FPS recomendado
Pouco Sensível	Raramente apresenta eritema	Baixa	$6 \leq \text{FPS} < 14,9$
Sensível	Ocasionalmente apresenta eritema	Média	$15 \leq \text{FPS} < 29,9$
Muito Sensível	Frequentemente apresenta eritema	Alta	$30 \leq \text{FPS} \leq 50$
Extremamente Sensível	Sempre apresenta eritema	Muito Alta	$50 < \text{FPS} < 100$

Fonte: BRASIL, 2002; BRASIL, 2012.

O valor do FPS depende dos tipos de filtros solares e das suas quantidades e, mantendo estas constantes, do veículo presente na formulação do protetor solar. (SILVA, V., 2003; AZZELLINI, 1995).

O Brasil recomenda, para a determinação do FPS, as metodologias: **FDA** (Food and Drug Administration), do ano de 1999, aplicada nos Estados Unidos da América; e **International Sun Protection Factor (SPF) Test Method**, apresentada pelas associações Europeia (COLIPA – European Cosmetic and Toiletries Association), Japonesa (JCIA –

Japanese Cosmetic Industry Association) e Sul Africana (CTFA-SA - Cosmetic, Toiletry & Fragrance Association of South Africa), ou ainda as suas respectivas atualizações. Essas metodologias são *in vivo*, ou seja, utilizam indivíduos para determinar o FPS, sendo por muitas vezes contestadas por alguns autores. (BRASIL, 2012; SCHALKA e REIS, 2011; RIBEIRO, 2004).

Contudo, já existem estudos científicos utilizando métodos *in vitro*. Estes empregam a análise espectrofotométrica, tendo vantagens como: facilidade de execução, apresentação de reprodutibilidade de resultados, expressão dos valores de absorção da radiação ultravioleta e baixo custo. Tais métodos se fundamentam nas propriedades refletoras ou absorptivas dos filtros solares. (RIBEIRO, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2004; PAOLA e RIBEIRO, 1998).

2.3.3 Rotulagem do Protetor Solar

Segundo Brasil (2012), alguns critérios devem estar presentes na rotulagem do produto de proteção solar⁶:

- 1) A indicação, de forma destacada, do número inteiro de proteção solar precedido da sigla “**FPS**” ou das palavras “**Fator de Proteção Solar**”;
- 2) A Denominação de Categoria de Proteção (DCP), demonstrada no Quadro 1;

Quadro 1. Denominação de Categoria de Proteção (DCP) relacionada à proteção oferecida pelo produto contra radiação UVB e UVA para a rotulagem dos Protetores Solares.

Categoria indicada no rótulo (DCP)	Fator de Proteção Solar recomendado	Indicações adicionais não obrigatórias na rotulagem
Baixa Proteção	$6 \leq \text{FPS} < 14,9$	<< Pele pouco sensível a queimadura solar >>
Média Proteção	$15 \leq \text{FPS} < 29,9$	<< Pele moderadamente sensível a queimadura solar >>
Alta Proteção	$30 \leq \text{FPS} \leq 50$	<< Pele muito sensível a queimadura solar >>
Proteção Muito Alta	$50 < \text{FPS} < 100$	<< Pele extremamente sensível a queimadura solar >>

Adaptado de BRASIL, 2012.

- 3) Advertências e instruções de uso, tais como:

⁶ Os protetores solares poderão ser fabricados de acordo com a Resolução RDC nº 237, de 22 de agosto de 2002 (BRASIL, 2002), até o prazo de vinte e quatro meses a partir de 4 de junho de 2012 e poderão ser comercializados até a data dos seus prazos de validade.

- a) “É necessária a reaplicação do produto para manter a sua efetividade”;
- b) “Ajuda a prevenir as queimaduras solares”;
- c) “Para crianças menores de 6 (seis) meses, consultar um médico”;
- d) “Este produto não oferece nenhuma proteção contra insolação”;
- e) “Evite exposição prolongada das crianças ao sol”;
- f) “Aplique abundantemente antes da exposição ao sol”. Caso haja um tempo determinado pelo fabricante ou período de espera (antes da exposição), este também deve constar da [sic] rotulagem.
- g) “Reaplicar sempre, após sudorese intensa, nadar ou banhar-se, secar-se com toalha e durante a exposição ao sol”. Caso haja um tempo determinado pelo fabricante para reaplicação, este também deverá constar da [sic] rotulagem.
- h) “Se a quantidade aplicada não for adequada, o nível de proteção será significativamente reduzido”. (BRASIL, 2012, p. 6).

As seguintes orientações podem ser informadas no rótulo do protetor solar: "Resistente à água"; "Muito Resistente à água", "Resistente à Água/transpiração" ou "Resistente à Água/suor", desde que tenham sido adequadamente comprovadas pelas metodologias FDA, do ano de 1999, ou COLIPA, de 2005. No entanto, não é permitida a presença de alegações na rotulagem que induzam as características ao protetor solar de: proteção total ou bloqueio da radiação solar, 100% de proteção contra aos raios ultravioleta ou efeito antissolar e não ser necessário a sua reaplicação, em quaisquer circunstâncias. (BRASIL, 2012).

O produto protetor solar deve ter: FPS, no mínimo, igual a seis (6); comprimento de onda crítico – “o comprimento de onda para o qual a área sob a curva integrada de densidade ótica que começa em 290 nanômetros é igual a 90% da área integrada entre 290 e 400 nanômetros” (BRASIL, 2012, p. 4) – mínimo de 370 nm; e o valor de FPUVA (Fator de Proteção UVA) correspondente a, no mínimo, um terço (1/3) do valor do FPS. Esse fator é definido como a proporção entre a dose mínima pigmentária em uma pele protegida por um protetor solar (DMPp) e a dose mínima pigmentária na mesma pele sem a proteção (DMPnp). A dose mínima pigmentária (DMP) é a dose mínima de radiação UVA requerida para produzir um escurecimento pigmentário persistente, observado entre 2 e 4 horas após a exposição à radiação UVA, com bordas bem definidas. (BRASIL, 2012).

Diante de todas as informações expostas acima, pode-se concluir que um protetor solar eficaz deve: ser química, fotoquímica e termicamente inerte; ser atóxico; não ser absorvido pela pele; ser resistente à água; não manchar a pele e roupas; ser incolor; não ser sensibilizante, irritante ou mutagênico; não ser volátil; não alterar sua cor; ser compatível com a formulação e material de acondicionamento e ser estável no produto final. (MONTEIRO, 2008; FLOR *et al.*, 2007).

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

A fim de se desmitificar o estudo das Ciências como abstrato, superficial e de fácil memorização, há a procura por novas abordagens para o planejamento das aulas temáticas. Tendo isso em vista, este trabalho foi desenvolvido valorizando o enfoque CTS para, assim, buscar estratégias que se façam tornar a ciência complexa e desinteressante naquela contextualizada e útil.

O enfoque CTS considera a ciência envolvida e a tecnologia aplicada concomitante com as suas implicações para a sociedade, tornando-se um importante aliado em sala de aula para a contextualização de temas científicos com os fatos do cotidiano. Dessa forma, esse enfoque favorece uma maior aproximação do aluno com a ciência, ofertando oportunidades para o desenvolvimento de sua autonomia e de seu senso crítico, priorizando a sua formação como cidadão.

Vinculando essa percepção com a revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 2 deste trabalho, elaborou-se o texto *Afinal, o que podemos falar sobre Protetor Solar?* voltado para o professor de Ensino Médio, embasando os conteúdos químicos e interdisciplinares do tema com os fenômenos do dia a dia que o mesmo remete.

Esse texto apresenta, primeiramente, conteúdos de Química e Bioquímica considerados importantes para a compreensão da necessidade e formulação do protetor solar. Os principais assuntos relevantes sobre o produto protetor solar são mostrados, em sua maioria, em forma de perguntas, com a intenção de aguçar a curiosidade do aluno. Assim, têm-se as seções: *O que são Radiações Solares?*; *Tem algum tipo de Proteção Natural contra essas radiações?*; *Como se classifica os tipos de pele humana?*; *Se há proteção natural, porque existe Protetor Solar?*; *O que é Protetor Solar?*; *O que são filtros solares? E como eles atuam?*; *O que é o FPS do protetor solar?* e *De olho no Rótulo!*.

Ao longo do texto *Afinal, o que podemos falar sobre Protetor Solar?* há também caixas de texto: *Pense...*, *Relembre...*, *Expresse...* e *Você Sabia?*, que permitem o aluno a construir seus modelos, concepções e desenvolver seu senso crítico. A caixa de texto *Você Sabia?* dispõe de trechos do artigo **Todas as cores da pele** de Nina G. Jablonski e George

Chaplin, que trata sobre a evolução humana, a fim de desenvolver a habilidade de leitura. Enquanto que as caixas de texto *Relembre...*, *Pense...* e *Expresse...* possuem questões que, respectivamente: envolvem conceitos de Química e/ou outras disciplinas, requerem a interpretação e a associação da teoria com a prática/fenômeno e possibilitam a descrição, em forma de redação, dos fenômenos.

No texto ainda existem tópicos interessantes a serem levantados: *Outras medidas preventivas durante a exposição solar...*; *Questões para Debate* e *Atividades Complementares*, este sendo dividido em *Observe e relembre...* e *Nada como uma boa leitura!*. O tópico *Questões para Debate* contém perguntas de caráter subjetivo, envolvendo todos os âmbitos do enfoque trabalhado: Ciência (O uso do protetor solar em dias nublados e chuvosos e a perda da camada de ozônio), Tecnologia (A quantidade e o momento adequado para o uso do protetor solar) e Sociedade (Protetor Solar: Medicamento versus Cosmético e A questão do Albinismo e dos profissionais que trabalham em ambientes abertos no Brasil). Dessa maneira, tais perguntas não determinam se a opinião do aluno está correta ou incorreta, mas propiciam uma oportunidade a mais para discussões mediadas pelo professor. Por fim, as referências bibliográficas são listadas.

Destaca-se que para manter o propósito da construção desse texto ao ser utilizado em sala de aula, é necessário que, primeiramente, o educador levante perguntas sobre os assuntos tratados nele, como por exemplo: *O que vocês entendem por radiações solares? O que é UVA, UVB e UVC? O que a exposição excessiva a esses tipos de radiação pode provocar? Que medidas podem ser feitas para minimizar os danos provocados por essa exposição excessiva?*. Isto, com a finalidade de se observar os conhecimentos prévios da turma e, somente assim, apresentar o texto e decorrer a aula com o pensamento voltado para se permitir um ambiente passível aos questionamentos dos alunos. Logo, o texto deve ser trabalhado em conjunto, contando tanto com a participação dos alunos quanto com a colaboração do professor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O texto didático proposto para o professor aplicar em uma turma de Ensino Médio, apresentado por este trabalho de conclusão de curso, aborda assuntos relevantes para a compreensão da necessidade e formulação do protetor solar. Construído a partir de uma revisão bibliográfica, esse texto foi disposto com conceitos Químicos e Bioquímicos de forma gradativa, favorecendo uma sequência de conceitos/fenômenos, propiciando ao aluno estabelecer relações dos conhecimentos científicos e sua transformação em produto tecnológico com os fatos do cotidiano. Dessa forma; o texto, fundamentado no enfoque CTS, promoverá a identificação da ciência envolvida e da tecnologia aplicada associadas às suas repercussões na sociedade, levantando uma reflexão crítica do papel de cidadão a que esta pertence.

Nesse texto didático há também a indicação de outros textos, que visam complementar a sua leitura, e de uma apresentação de slides, presente no site da Anvisa. Esses recomendados, principalmente, para auxiliar na interpretação do texto construído. Além disso, esse texto contém assuntos de caráter interdisciplinar, não focando apenas em conhecimentos químicos, mas perpassa, embora superficialmente, por conceitos de Biologia, Física, Geografia, História e Sociologia.

Espera-se que o texto *Afinal, o que podemos falar sobre Protetor Solar?* contribua para uma relação professor-aluno propícia a discussões, nas quais o aluno se sinta a vontade de se expressar, adquirindo o gosto por aprender. A escolha desse tema familiar ao aluno incentiva o professor a criar um ambiente permissivo aos questionamentos dos alunos, fazendo-os integrantes ao processo de ensino-aprendizagem, e a adotar exercícios que agucem o senso crítico a frente daqueles repetitivos e de fácil memorização.

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso reafirmou concepções vistas ao decorrer de minha formação, sendo de extrema relevância na minha atuação ao ingressar em uma sala de aula. A proposta do trabalho mostrou a importância da inserção de um assunto da vivência do aluno dentro de sala de aula, ao transformar um conceito abstrato em um

fenômeno real e útil. A utilização desse assunto não sugere a fuga dos conteúdos pré-estabelecidos e sim uma ferramenta adicional visando prevalecer o desenvolvimento do aluno.

O professor, como um verdadeiro educador, possui a função essencial de ajudar no progresso do aluno na garantia de uma aprendizagem significativa, mostrando o valor de ser cidadão, assim sendo, um agente indispensável nas decisões de sua sociedade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. B.; SARNO, P. Química Ambiental em ação: uma nova abordagem para tópicos de Química relacionados com o ambiente. **Química Nova**, v. 13, n. 3, p. 213-221, 1990.

ARAÚJO, T. S.; SOUZA, S. O. Protetores Solares e os efeitos da Radiação Ultravioleta. **Scientia Plena**, v. 4, n. 11, p. 1-7, 2008.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AZZELINI, S. Agentes potencializantes de fotoprotetores. **Cosmetics & Toiletries (edição em Português)**, v. 7, p. 34-37, jul/ago 1995.

BAZZO, W. A.; von LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; GORDILLO, M. M.; OSORIO, C.; VALDÉS, C. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: Organização soa Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003. 172 p.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**, v. 2. Brasília, MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 237, de 22 de agosto de 2002**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ea0ebf004aee4a7cb7b3bfa337abae9d/Resolu%C3%A7%C3%A3o+RDC+n%C2%BA+237%2C+de+22+de+agosto+de+2002.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 18 de set. de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 30, de 1º de junho de 2012**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e15afe804c58f17fb8f0f8dc39d59d3e/Resolu%C3%A7%C3%A3o+RDC+N%C2%BA+30%2C+de+1%C2%BA+de+Junho+de+2012.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 18 de set. de 2012.

CABRAL, L. D. S.; PEREIRA, S. O.; PARTATA, A. K. Filtros Solares e Fotoprotetores mais utilizados nas formulações no Brasil. **Revista Científica do ITPAC**, v. 4, n. 3, pub. 4, jul. 2011.

COSTA, M. L.; SILVA, R. R. Ataque à Pele. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 3-7, mai. 1995.

FLOR, J.; DAVOLOS, M. R.; CORREA, M. A. Protetores Solares. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 153-158, 2007.

GONÇALVES, T. S. F. **O uso do Protetor Solar por alunos do curso de formação de oficiais da Escola de Saúde do Exército para a prevenção do câncer de pele**. 2010. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola de Saúde do Exército, Curso de Formação de Oficiais do Serviço de Saúde, Rio de Janeiro, 2010.

MASSON, P.; SCOTTI, L. Fotoproteção: um desafio para a cosmetologia. **Cosmetics & Toiletries (edição em Português)**, v. 15, p. 42-53, jul/ago 2003.

MENDONÇA, R. S. C.; RODRIGUES, G. B. O. As principais alterações dermatológicas em pacientes obesos. **ABCD, Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 14, n. 1, p. 68-73, 2011.

MÓL, G. S.; SANTOS, W. L. P.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; SILVA, R. R.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. **Química na sociedade**: projeto de ensino de química em um contexto social, vol. 1, mód. 1, 1. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998, 108 p.

MÓL, G. S. ; SANTOS, W. L. P.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S. ; SILVA, R. R.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. **Química na sociedade**: projeto de ensino de química em um contexto social, vol. 1, mód. 2, 1. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998. 109 p.

MÓL, G. S. ; SANTOS, W. L. P.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; SILVA, R. R.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. **Química na**

sociedade: projeto de ensino de química em um contexto social, vol. 1, 2 ed. revisada/ampliada. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000. 328 p.

MÓL, G. S.; SANTOS, W. L. P.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. **Química e Sociedade:** a ciência, os materiais e o lixo, mód. 1. São Paulo: Editora Nova Geração, 2003. 128 p.

MONTEIRO, M. S. S. B. **Filtros Solares em Nanocosméticos:** Desenvolvimento e Avaliação da Segurança e Eficácia. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PAOLA, M. V. R. V. Princípios de formulação de protetores solares. **Cosmetics & Toiletries (edição em Português)**, v. 13, p. 74-82, set/out 2001.

PAOLA, M. V. R. V.; RIBEIRO, M. E. Interação entre Filtros Solares. **Cosmetics & Toiletries (edição em Português)**, v. 10, p. 40-50, set/out 1998.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a Relevância do Enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio - Science, Technology and Society: the importance of the STS view to high school context. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

RIBEIRO, R. P. **Desenvolvimento e Validação da Metodologia de Análise do Teor de Filtros Solares e Determinação do FPS *in vitro* em Formulações Fotoprotetoras Comerciais.** 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

RIBEIRO, R. P.; SANTOS, V. M.; MEDEIROS, E. C.; SILVA, V. A.; VOLPATO, N. M.; GARCIA, S. Avaliação do Fator de Proteção Solar (FPS) *in vitro* de produtos comerciais e em fase de desenvolvimento. **Infarma**, v. 16, n. 7-8, p. 85-88, 2004.

ROCHA-FILHO, R. C. Camada de Ozônio dá Nobel. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 10-11, nov. 1995.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, dez. 2002.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. **Química e Sociedade**: modelos de partículas e poluição atmosférica, mód. 2. São Paulo: Editora Nova Geração, 2003. 128 p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. **Química e Sociedade**: elementos, interações e agricultura, mód. 3. São Paulo: Editora Nova Geração, 2004a. 128 p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; FARIAS, S. B.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. **Química e Sociedade**: cálculos, soluções e estética, mód. 4, 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2004b. 128 p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; DIB, S. M. F.; MATSUNAGA, R. T.; SANTOS, S. M. O.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; FARIAS, S. B. **Química cidadã**: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais, v. 1, 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2010a. 416 p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; DIB, S. M. F.; MATSUNAGA, R. T.; SANTOS, S. M. O.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; FARIAS, S. B. **Química cidadã**: reações químicas, seus aspectos dinâmicos e energéticos; água e energia, v. 2, 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2010b. 408 p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; DIB, S. M. F.; MATSUNAGA, R. T.; SANTOS, S. M. O.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; FARIAS, S. B. **Química cidadã**: química orgânica, eletroquímica, radioatividade, energia nuclear e a ética da vida, v. 3, 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2010c. 384 p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; DIB, S. M. F.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; SANTOS, S. M. O.; FARIAS, S. B. **Química e Sociedade**: volume único, ensino médio, 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2005. 744 p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; SILVA, R. R.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; SANTOS, S. M. O.; DIB, S. M. F. **Química e sociedade**: um projeto

brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. **Educació Química**, n. 3, p. 20-28, 2009.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: Compromisso com a cidadania. Ijuí: Unijuí, 1997.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: Compromisso com a cidadania, 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003, 144 p.

SCHALKA, S.; REIS, V. M. S. Fator de proteção solar: significado e controvérsias. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 3, p. 507-515, jun. 2011.

SILVA, F. R. **Estudo da Radiação Ultravioleta na cidade de Natal-RN**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

SILVA, V. C. **Estudos Iniciais para a utilização dos Constituintes do Líquido da Castanha de Caju (LCC) como filtros solares**. 2003. 113 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

TEIXEIRA, P. M. M. A Educação Científica sob a Perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do Movimento C.T.S. no Ensino de Ciências - Science education in the historico-critical pedagogical perspective and the STS movement in science teaching. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

APÊNDICE

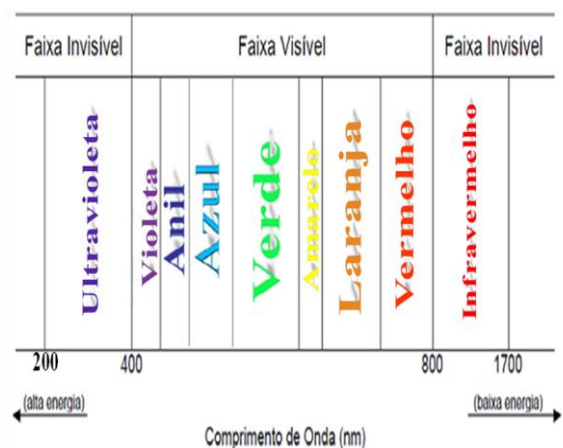
Afinal, o que podemos falar sobre Protetor Solar? *Um texto contendo assuntos relevantes sobre o produto Protetor Solar*

por Rosylane Elaine Costa Lopes

O Sol é essencial para a existência na vida da terra. Mas, infelizmente, não são só benefícios que essa estrela garante aos seres humanos. Queimaduras, envelhecimento precoce e câncer de pele são efeitos nocivos que podem ser gerados pela exposição excessiva às radiações solares.

O que são Radiações Solares?

As radiações solares correspondem a uma faixa de radiações: ultravioleta, visível e infravermelha, de modo que as que possuem menores comprimentos de onda possuem maior energia (como ilustrado na figura ao lado), ou seja, maior capacidade de penetração. Dessa forma, a radiação ultravioleta é a mais energética, com comprimento de onda variando de 200 nm a 400 nm, tendo que reservar um maior cuidado com o seu contato, pois causa queimaduras.



Adaptado de: RIBEIRO, R. P. Desenvolvimento e Validação da Metodologia de Análise do Teor de Filtros Solares e Determinação do FPS *in vitro* em Formulações Fotoprotetoras Comerciais. 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacéuticas) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

Seu funcionamento no organismo se dá através de reações fotoquímicas, podendo levar a produção de melanina e a síntese de vitamina D. Por outro lado, com a exposição excessiva ao sol, pode causar danos aos olhos, à mucosa e à pele, podendo então, atingir a derme e o DNA (ácido desoxirribonucléico) celular, provocando o desenvolvimento de câncer e o fotoenvelhecimento.

Esse tipo de radiação é dividido em três faixas, de acordo com suas propriedades físicas e seus efeitos biológicos:

Comprimento de onda	Faixas da radiação ultravioleta (UV)	Comprimento de onda (Å)	Absorção pela camada de ozônio	Duração de incidência na Terra	Efeitos Biológicos
	UVA I	340 a 400 nm	Nenhuma	Todo o dia	Fotoenvelhecimento, aparecimento de rugas, flacidez, fotossensibilização, câncer de pele, danos ao sistema vascular periférico, bronzeamento de pele.
	UVA II	320 a 340 nm			
	UVB	290 a 320 nm	Parcial	Entre 10 e 14 horas ao dia	Semelhantes aos efeitos do UVA + Entemas + catarata + Supressão do sistema imune da pele
	UVC	200 a 290 nm	Total	Não ocorre	Carcinogênico e Mutagênico

Relembre...

A matéria viva possui diversos elementos químicos em grande quantidade, como o: carbono, nitrogênio, hidrogênio e oxigênio, além de outros elementos em menor proporção. Todos esses elementos químicos formam as complexas substâncias que constituem o organismo vivo e estas substâncias, por sua vez, formam as *células*. Cada célula possui três partes fundamentais: membrana, citoplasma e núcleo, podendo ser procariontes ou eucariontes. Quais as diferenças existentes entre elas quanto às suas partes fundamentais? Ambas possuem material genético (DNA). Onde o DNA se localiza em cada uma delas? Como é a sua estrutura?

Alguns fatores podem influenciar os níveis de radiação ultravioleta que incidem na superfície terrestre, tais como:

- Clima: As regiões com clima temperado possuem menores níveis de radiação incidente, em relação às regiões próximas ao Equador;
- Altitude: Regiões bem acima do nível do mar recebem menores níveis;
- Latitude: Quanto mais distante a região do Equador, menor a incidência anual desse tipo de radiação;
- Horário do dia: A maior incidência dos raios UVA ocorre entre 6h30 e 17h30, enquanto que a dos raios UVB acontece entre 10h e 16h;
- Presença de Nuvens: Quanto maior a presença de nuvens, menor a incidência.

Relembre...

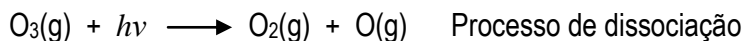
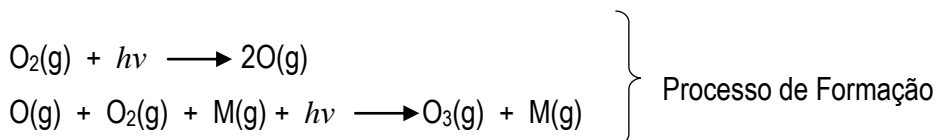
Ao contrário do *tempo*, que muda de acordo com um momento específico (“tempo nublado”, “tempo bom”), para se definir o *clima* de uma dada região, necessita-se de um longo período de observação (maior ou igual há 30 anos). Nesse estudo são observados os índices que se mantêm mais constantes na maior parte. Esses índices envolvem: radiação, temperatura, velocidade dos ventos, umidade, pressão atmosférica, precipitação, horas de luz solar, dias de neve e quantidades e tipos de nuvens. Dentre os fatores que influenciam as condições climáticas de uma região estão a altitude e a latitude. O que é altitude? E o que é latitude? Explique, com as suas palavras, como a temperatura varia para os dois casos.

Tem algum tipo de Proteção Natural contra essas radiações?

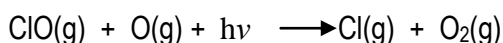
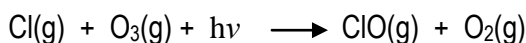
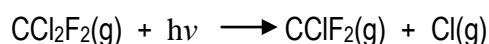
A **Camada de Ozônio**, encontrada na estratosfera, atenua grande parte das radiações ultravioleta ($h\nu$) que atravessam as camadas atmosféricas (estas demonstradas na figura ao lado). Ela recebe esse nome por ser composta pelo gás ozônio (O_3). No processo de formação dessa camada é necessária a presença de M, que é uma molécula capaz de remover o excesso de energia liberado nesse processo. Com isso, a formação do gás ozônio é garantida a partir da reação do átomo livre de oxigênio (O) com a molécula de oxigênio (O_2).



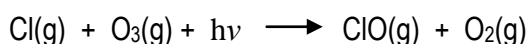
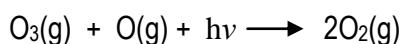
Fonte: <http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/como-se-formam-nuvens-tempestades-636183.shtml> Acesso em: 20 de set. de 2012.



A presença de Clorofluorocarbonetos (CFCs) na estratosfera, embora substâncias inertes, propicia a destruição da camada de ozônio, mediante também a incidência da radiação ultravioleta.



Por fim, tem-se que a destruição da camada de ozônio é provocada pela reação com átomos livres de oxigênio (O) e átomos de cloro (Cl).



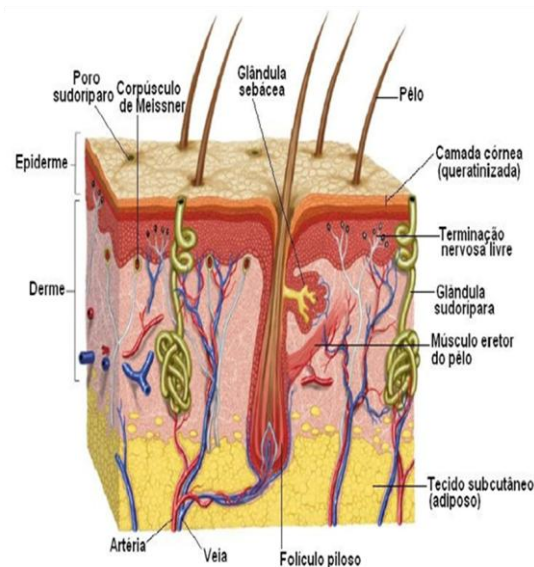
Expresse...

Os processos de formação e de dissociação da camada de ozônio acontecem ao mesmo tempo, de forma que a concentração de ozônio na atmosfera dependerá da diferença da taxa de rapidez de sua formação e de sua decomposição. Note que no processo de dissociação há a formação de átomos livres de oxigênio (O), podendo estes átomos se combinarem com outras moléculas de oxigênio (O₂), resultando novas moléculas de ozônio (O₃). O que há em comum nesses dois processos? Quem mais usufrui dessas reações?

Descreva, com suas palavras, o que acontece para ocorrer a destruição da camada de ozônio devido à existência dos CFCs na estratosfera.

A **pele humana** é o maior órgão em termos de extensão e corresponde a 15% do peso do corpo humano. Ela é formada, principalmente, por duas partes: a *Epiderme* – a camada mais externa da pele e é subdividida em: camada córnea (mais externa), camada granulosa, camada espinhosa e a camada basal (mais interna) – e a *Derme*, que contém as glândulas sudoríparas, folículos pilossebáceos, fibras elásticas e colágenas, terminações nervosas e nervos e vasos sanguíneos e linfáticos. Felizmente; já é na epiderme, primeira camada a ser atingida pela radiação ultravioleta, que se encontra a camada córnea (queratina), o ácido urocânico e a melanina, porque são os responsáveis pela proteção natural da pele.

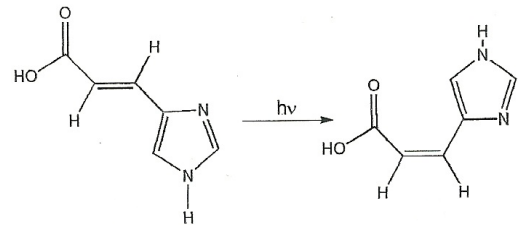
A *camada córnea* é formada por células mortas, anucleadas e com *queratina*. Essas células chegam à superfície da pele, devido à produção de novas células na camada basal (camada mais profunda da epiderme) que as empurram. Dessa forma, a espessura da camada córnea está em



Fonte: MONTEIRO, M. S. S. B. *Filtros Solares em Nanocosméticos: Desenvolvimento e Avaliação da Segurança e Eficácia*. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

função da exposição à radiação ultravioleta, pois esta radiação acelera a formação de novas células na camada mais profunda, garantindo a pessoa uma maior ou menor sensibilidade a este tipo de radiação.

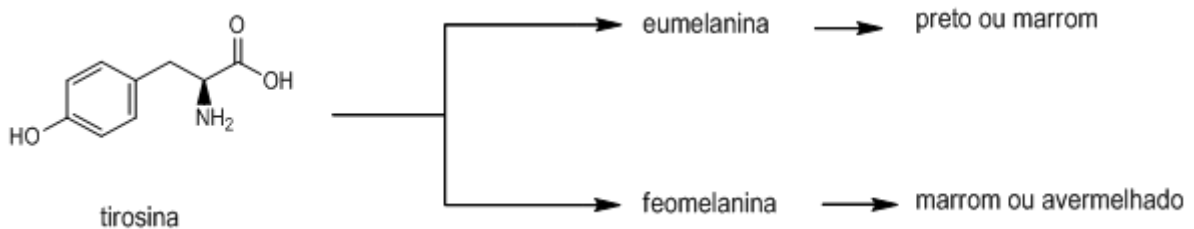
O ácido urocânico é produzido pela degradação metabólica de um dos aminoácidos (histidina) que forma as proteínas da pele. Quando a pele humana é exposta à radiação ultravioleta, esse ácido absorve na faixa UVB, transformando-se de sua forma *trans* para a forma *cis*, bloqueando a penetração direta dos raios nocivos na pele. Ele está presente na secreção sudorípara (suor), sendo esta considerada um fotoprotetor natural.



Relembre...

Isomeria é um fenômeno caracterizado pela existência de duas ou mais substâncias diferentes com a mesma fórmula molecular, mas diferentes fórmulas estruturais. As moléculas *trans* e *cis* do ácido urocânico são isômeros geométricos, apresentando diferentes conformações espaciais. Analise o esquema acima (lado direito) e identifique qual molécula se trata da forma *cis* e qual se trata da forma *trans* do ácido urocânico. Qual dessas formas possui maior ponto de ebulição (PE)? Por quê?

A *melanina* é produzida nos melanócitos, encontrados na camada basal, mediante o estímulo da radiação ultravioleta. Esta radiação transforma o aminoácido tirosina, e mediante a ação de uma série de enzimas é formada a melanina. Ela é formada por dois tipos de pigmento, determinados por questões hereditárias: a feomelanina (marrom ou avermelhado) e a eumelanina (marrom ou preto).



Quando acontece essa biossíntese da melanina, mostrada na figura acima, garante-se um bronzeado prolongado por alguns dias, sem a necessidade de nova exposição solar.



Pense...

As estruturas químicas dos constituintes absorventes de radiação ultravioleta da pele humana possuem um alto grau de insaturação e conjugação. Como será que ocorre essa absorção em nível molecular? (Ver Figura da seção **O que são filtros solares? E como eles atuam?**)

Qual seria a função das enzimas na biossíntese da melanina? Quais os possíveis fatores que poderiam afetar o progresso dessa biossíntese?

Como se classifica os tipos de pele humana?

Pode-se definir quatro tipos de pele humana. Para cada um dos fototipos, relaciona-se a cor da pele e suas características gerais, como a susceptibilidade a queimaduras e facilidade de bronzeamento.

Tipo de Pele A Ruivas e Loiras	Tipo de Pele B Morena Clara	Tipo de Pele C Morena Escura	Tipo de Pele D Morena bem escura e negra
			
Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina_principal	Fonte: http://pt-br.disneyclassicosshow.wikia.com/wiki/Branca_de_Nevé	Fonte: http://pt-br.disneyclassicosshow.wikia.com/wiki/Jasmine	Fonte: http://www.animatoons.com.br/the-frog-princess/mais-novidades-da-princesa-e-o-sapo/
Nunca bronzeia Sempre queima	Às vezes bronzeia Em geral queima	Em geral bronzeia Raramente queima	Sempre bronzeia Raramente queima
Queimadura avermelhada Inchaço doloroso	Aparência avermelhada Pode bronzear gradualmente	Raramente queima Bronzeamento rápido	Raramente queima Bronzeamento muito rápido

Se há proteção natural, porque existe Protetor Solar?

Desde a Idade Antiga, substâncias são utilizadas a fim de se bloquear a incidência de radiação solar sobre a pele, assim como, na época da Escravidão, em que o padrão de beleza era a pele pálida, fator preponderante na distinção entre nobreza e classe inferior.

Com a Modernidade e a Revolução Industrial, o padrão de beleza passou a ser associado às pessoas de pele bronzeada. Esse tipo de pele passa a ser sinônimo de riqueza, pois em tempos que o trabalho era em fábricas, ambientes fechados, a cor dourada era sinal de viagens, passeios ao ar livre.

Se por um lado havia pessoas se expondo ao sol indiscriminadamente para passarem a ideia de ostentação, por outro lado se manifestava a preocupação das consequências que essa exposição excessiva poderia acarretar. Com essa preocupação em mente, o protetor solar foi desenvolvido. Atualmente, essa proteção artificial serve como uma medida adicional contra as radiações nocivas, estando em prol da saúde.

Relembre...

O carvão foi o principal combustível da industrialização. Nos países que possuíam reservas carboníferas abundantes, formaram-se grandes complexos industriais. Além de carbono, o carvão mineral contém oxigênio, nitrogênio, enxofre, alumínio, magnésio, ferro, silício e cálcio. Tal passagem faz referência à Revolução Industrial. O capitalismo foi consolidado com esta revolução, primeiramente na Inglaterra e, posteriormente, expandiu-se por outras regiões da Europa e do mundo. Quais as características do capitalismo? Qual o significado dessa revolução no âmbito social e econômico? Quais os fatores do pioneirismo Inglês?

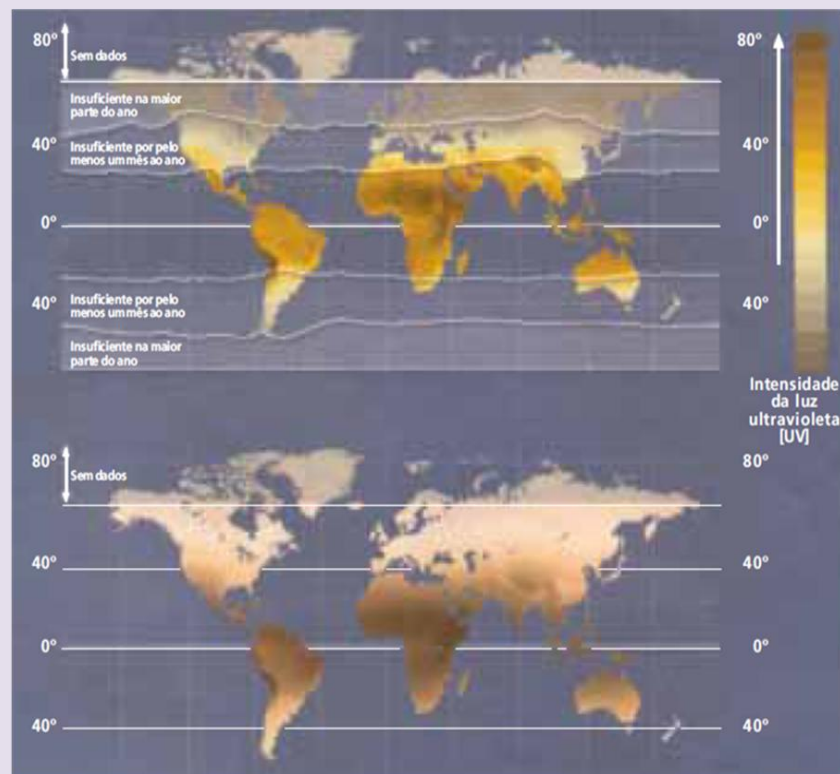
Você sabia?

Cientistas declaram que os macacos são os ancestrais dos seres humanos, sendo os chimpanzés seus parentes mais próximos. Como forma de se adaptar e manter o frescor, os pêlos foram perdidos, restando nestas áreas as células *melanócitos*. Elas, como dito anteriormente, são responsáveis pela síntese do pigmento melanina após a exposição à radiação ultravioleta.

Sugere-se também que a pele escura, que contém grande quantidade de melanina, pode ter aparecido como forma de proteção contra a destruição de folacina (ácido fólico). Esta vitamina é um nutriente importante para o desenvolvimento fetal (tubo neural) e para a fertilidade. Porém, ao dificultar a penetração da radiação ultravioleta na pele, impossibilita-se a síntese de vitamina D. Esta vitamina garante o desenvolvimento normal do esqueleto e a manutenção do sistema imunológico, por promover a absorção de cálcio pelos intestinos.

Assim, subentende-se que os seres humanos evoluíram a favor de uma pele clara o suficiente para garantir a formação de vitamina D e escura o bastante para proteger as reservas de folacina.

Com essa perspectiva em mente, Nina G. Jablonski e outros pesquisadores acreditam também que há cerca de 100 mil anos atrás, a pele dos seres humanos se adaptava às condições ambientais das diferentes regiões, logicamente, após a vivência de um grande período de tempo (milhares de anos). Cabendo assim, as populações das regiões: *tropicais* (no mapa superior, laranja e marrom) – possuem pele mais escura e recebem radiação ultravioleta suficiente para sintetizar a vitamina D durante o ano todo; *subtropicais e temperadas* (amarelo claro) – são de pele mais clara, mas podendo ainda se bronzear, e não recebem quantidade de radiação ultravioleta necessária para a síntese de vitamina D durante um mês por ano; *próximas dos pólos* (faixa escura) – têm pele clara que se queima facilmente e não se expõem à radiação ultravioleta requerida para sintetizar a vitamina D na maior parte do ano. Tal distribuição podendo não ser observada por imigrantes recentes numa dada região de clima diferente e/ou pela população possuir uma alimentação rica em alimentos com vitamina D, tais como: ovos, leite e derivados, peixe de água salgada, fígado.



Fonte: BERCHT, V. Todas as cores, uma raça. **Reportagem**, n. 64, p. 35-38, Jan. 2005, retirado de: JABLONSKI, N. G.; CHAPLIN, G. Todas as cores da pele. **Scientific American Brasil**, n. 6, p. 64-71, Nov. 2002.

O que é Protetor Solar?

Defini-se protetor solar ou fotoprotetor como a associação filtro solar mais veículo. Desse modo, para se produzir um protetor solar são necessários esses dois componentes básicos: os filtros solares orgânicos e/ou inorgânicos (ingredientes ativos) e o veículo.

Encontram-se protetores solares com vários tipos de veículos, tais como:

- Loção hidro-alcoólica: constituído de, principalmente, álcool e água;
- Creme e loção emulsionada: possui componentes lipossolúveis e hidrossolúveis;
- Gel: adquirido a partir de um espessante hidrofílico natural ou sintético;
- Óleo: composto por diversos óleos e outras substâncias como alcoóis graxos saturados e polióis de ésteres de ácidos graxos;
- Bastão (stick): contém substâncias graxas com diferentes pontos de fusão;
- Pomada: sistema semi-sólido à base de óleos derivados de vaselina e lanolina.

Pense...

Que tipo de veículo você escolheria no protetor solar se...

...tivesse pele oleosa? E pele seca?

...fosse entrar em contato com água ou apenas utilizar no dia a dia?

Por quê?

O que são filtros solares? E como eles atuam?

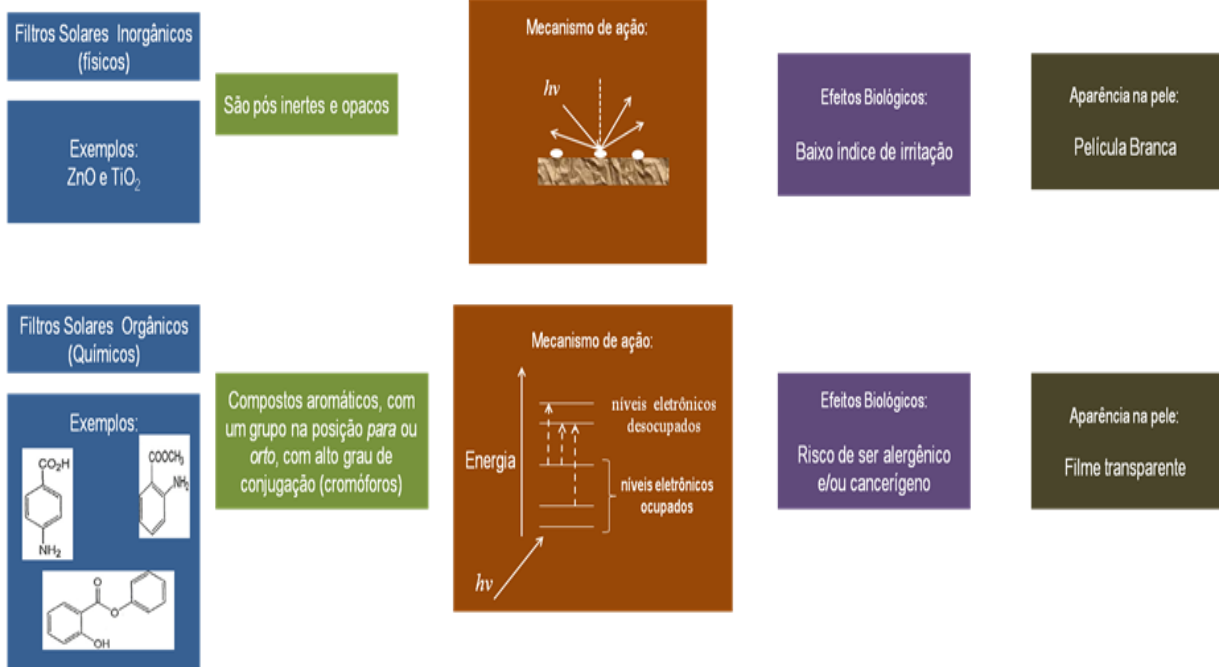
Os filtros solares são denominados de componentes (ingredientes) ativos principais da formulação de um protetor solar, por serem responsáveis pela proteção da pele exposta, evitando ou retardando os efeitos nocivos do sol.

As principais características a serem reunidas nos filtros solares para serem adicionados na formulação do protetor solar são:

- Absorver as radiações UVA e/ou UVB, apresentando um amplo espectro de ação fotoprotetora;
- Ser eficaz em concentrações reduzidas e por períodos de tempo prolongados;
- Ser solúvel em solventes comuns das formulações cosméticas, e estes não devem interferir negativamente em sua ação;
- Ter odor suave ou ser inodoro;
- Ser estável frente à luz e ao calor;
- Ser compatível com os componentes da formulação e com o material de acondicionamento;
- Ser bem tolerado pela pele;

- Não interagir com a vestimenta.

Eles se dividem em duas classes:



Expresse...

Descreva, por meio de um texto, o mecanismo de ação dos filtros solares inorgânicos e orgânicos em nível molecular.

ATENÇÃO: Não deixe de responder as seguintes perguntas:

Através de qual processo físico os filtros solares inorgânicos agem? E os filtros solares orgânicos?

Os filtros solares orgânicos atuam de forma semelhante aos constituintes absorventes de radiação ultravioleta da pele? Por quê? Que modelo atômico explica essa atuação? Por quê?

O que é o FPS do protetor solar?

O Fator de Proteção Solar (FPS) pode caracterizar a eficácia de um protetor solar. Este fator é definido pela razão entre a dose mínima eritematosa - representada pela primeira reação eritematosa (vermelhidão), com bordas bem definidas, verificada entre 16 e 24 horas após a exposição à radiação ultravioleta – da pele com proteção (DMEp) com a da pele sem proteção (DME_{np}), de acordo com a Equação 1.

Equação 1

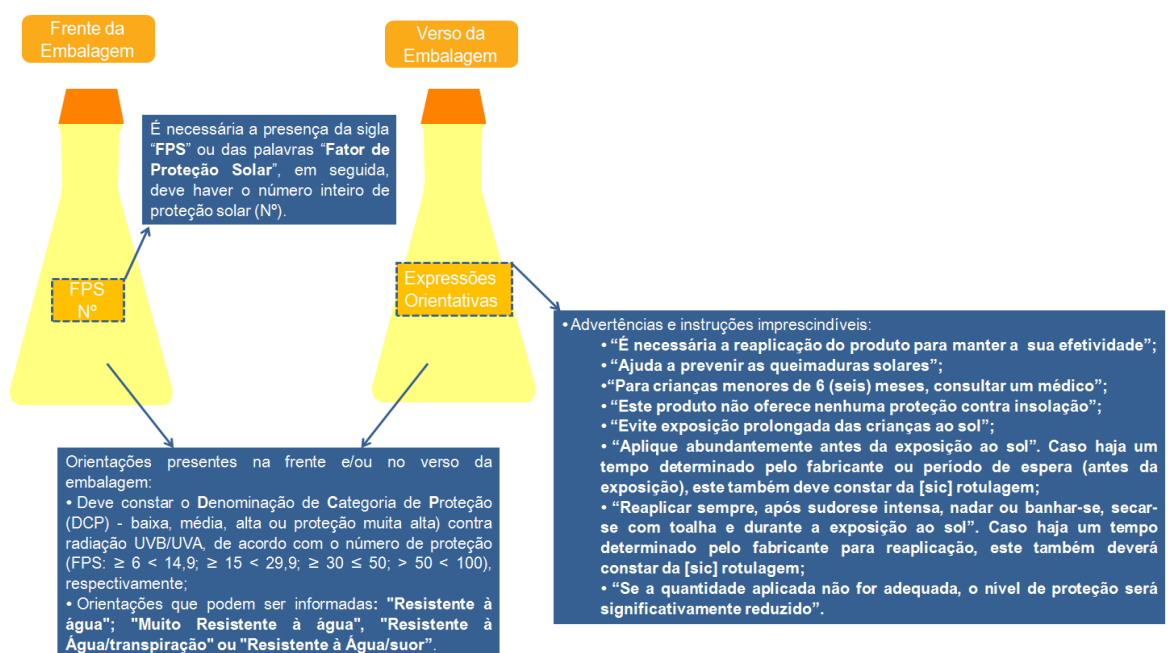
$$\text{FPS} = \frac{\text{DMEp}}{\text{DME}_{np}}$$

Assim, o FPS é considerado um fator de tempo relativo entre a dose eritematosa mínima de cada pessoa protegida ou não protegida, sendo recomendado conforme o fototipo de pele, devido à propensão de se apresentar o eritema.



O valor do FPS depende dos tipos de filtros solares e suas quantidades e, mantendo estas constantes, do veículo presente na formulação do protetor solar. Ele pode ser determinado por métodos *in vivo* (aplicado no Brasil), estudo realizado com indivíduos, ou *in vitro*.

De olho no Rótulo!



Outras medidas preventivas durante a exposição solar...

Recomenda-se também o uso de:

- Óculos escuros;
- Vestimentas apropriadas;
- Guardassóis;
- Artigos de chapelaria.

Questões para Debate

1) O uso do protetor solar é por muitas vezes descartado em dias chuvosos e nublados. Esse comportamento é prudente?

2) De que maneira a perda da camada de ozônio é prejudicial à vida?

3) Por muitas vezes, a aplicação do protetor solar é feita erradamente. A quantidade e o cuidado de se espalhar pelo corpo são fatores que merecem destaque. Que quantidade você acredita que seja satisfatória para a sua proteção? Qual o momento ideal para a aplicação do produto?

4) No Brasil, os protetores solares são considerados pela Anvisa (**Agência Nacional de Vigilância Sanitária**) como cosméticos, enquanto que nos Estados Unidos são vistos como medicamentos de venda livre (OTC – *over the counter*) segundo a FDA (Food and Drug Administration). Que classificação você considera a mais apropriada? Por quê?

5) O albinismo é um distúrbio congênito caracterizado pela ausência parcial ou total de melanina na pele, pêlos e olhos. Assim, os riscos de se desenvolver câncer de pele e cegueira com a exposição solar são muito maiores. Vários Estados já vêm lutando pela distribuição gratuita de protetores solares com FPS acima de 20 com proteção UVA e UVB. A Apalba é uma associação da Bahia, sem fins lucrativos, e conseguiu essa conquista para todas as pessoas com albinismo nesta região, desde que estejam portando receita médica. Afinal, a distribuição de protetores solares para as pessoas com albinismo deveria ser de responsabilidade do governo? O que será que um protetor solar deveria ter/não ter em sua composição para atender melhor o tipo de pele dessas pessoas? Qual o FPS ideal?

6) O Projeto de Lei 3001/11 do deputado Aguinaldo Ribeiro (PP-PB), anexado ao Projeto de Lei 4234/08 do deputado Sandes Júnior (PP-GO), propõe a distribuição gratuita de protetor solar com FPS igual ou acima de 15 com proteção UVA e UVB, por parte do Programa Farmácia Popular, para todos os profissionais de magistério que trabalham em ambientes abertos, como os professores de Educação Física e Práticas Agrícolas. O que você acha dessa proposta? Quais outros profissionais também poderiam ter esse direito?

Atividades Complementares

Observe e relembre...

No site da Anvisa encontra-se uma breve apresentação **Proteção Solar – sua pele merece esse cuidado** disponível em http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/prot_solar/index.htm, na qual há a revisão de alguns pontos tratados no texto **Afinal, o que podemos falar sobre Protetor Solar?**.

Nada como uma boa leitura!

O texto **Camada de Ozônio dá Nobel** de Romeu C. Rocha-Filho disponível em <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/atual1.pdf> complementa o texto elaborado para o professor de Ensino Médio no que diz respeito da problemática destruição da camada de ozônio, em especial, àquela ocasionada pela presença dos clorofluorocarbonetos (CFCs). Esse também contém um breve histórico da descoberta desses gases na atmosfera.

O texto **Ataque à pele** de Michelle L. Costa e Roberto Ribeiro da Silva, cujo endereço é <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/quimsoc.pdf>, discorre sobre os efeitos da radiação solar sobre a pele humana, abordando diversos temas em comum com o texto elaborado. Apesar de apresentar algumas discordâncias (dados apresentados na tabela *Planeje seu Bronzeado*), esse texto confere trechos interessantes a serem destacados, como a diferença de bronzeamento e vermelhidão e a caracterização de alguns filtros solares.

Por fim; o texto **Todas as cores, uma raça** de Verônica Bercht, encontrado no endereço eletrônico <http://www.oretratodobrasil.com.br/reportagem/64/pdf/8.pdf>, retrata o artigo **Todas as cores da pele** de Nina G. Jablonski e George Chaplin com uma linguagem simples. Ele detalha as concepções apresentadas no quadro *Você Sabia?*, exibindo maiores informações. Assim, esse texto é utilizado na tentativa de impulsionar a formação de opinião do aluno sobre o assunto da evolução humana em relação, principalmente, à exposição solar.

Referências Bibliográficas

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das células**: origem da vida, citologia, histologia e embriologia, v. 1, 1. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1994. 440 p.

ANDRADE, J. B.; SARNO, P. Química Ambiental em ação: uma nova abordagem para tópicos de Química relacionados com o ambiente. **Química Nova**, v. 13, n. 3, p. 213-221, 1990.

APALBA. **Associação das Pessoas com Albinismo na Bahia**. Disponível em: <<http://www.apalba.org.br/>>. Acesso em: 11 de mai. de 2012.

ARAUJO, T. S.; SOUZA, S. O. Protetores Solares e os efeitos da Radiação Ultravioleta. **Scientia Plena**, v. 4, n. 11, p. 1-7, 2008.

AZZELINI, S. Agentes potencializantes de fotoprotetores. **Cosmetics & Toiletries (edição em Português)**, v. 7, p. 34-37, jul/ago 1995.

BERCHT, V. Todas as cores, uma raça. **Reportagem**, n. 64, p. 35-38, jan. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 237, de 22 de agosto de 2002**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ea0ebf004aee4a7cb7b3bfa337abae9d/Resolu%C3%A7%C3%A3o+RDC+n%C2%BA+237%2C+de+22+de+agosto+de+2002.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 18 de set. de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 30, de 1º de junho de 2012**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e15afe804c58f17fb8f0f8dc39d59d3e/Resolu%C3%A7%C3%A3o+RDC+N%C2%BA+30%2C+de+1%C2%BA+de+Junho+de+212.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 18 de set. de 2012.

CABRAL, L. D. S.; PEREIRA, S. O.; PARTATA, A. K. Filtros Solares e Fotoprotetores mais utilizados nas formulações no Brasil. **Revista Científica do ITPAC**, v. 4, n. 3, pub. 4, jul. 2011.

CÁCERES, F. **História Geral**, 4. ed. São Paulo: Editora Moderna, 1996, p. 268-281.

COSTA, M. L.; SILVA, R. R. Ataque à Pele. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 3-7, mai. 1995.

FLOR, J.; DAVOLOS, M. R.; CORREA, M. A. Protetores Solares. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 153-158, 2007.

GONÇALVES, T. S. F. **O uso do Protetor Solar por alunos do curso de formação de oficiais da Escola de Saúde do Exército para a prevenção do câncer de pele**. 2010. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola de Saúde do Exército, Curso de Formação de Oficiais do Serviço de Saúde, Rio de Janeiro, 2010.

JABLONSKI, N. G.; CHAPLIN, G. Todas as cores da pele. **Scientific American Brasil**, n. 6, p. 64-71, nov. 2002.

LOPES, S. **Biologia Essencial**, 1 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2003. 400 p.

MASSON, P.; SCOTTI, L. Fotoproteção: um desafio para a cosmetologia. **Cosmetics & Toiletries (edição em Português)**, v. 15, p. 42-53, jul/ago 2003.

MENDONÇA, R. S. C.; RODRIGUES, G. B. O. As principais alterações dermatológicas em pacientes obesos. **ABCD, Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, v. 14, n. 1, p. 68-73, 2011.

MONTEIRO, M. S. S. B. **Filtros Solares em Nanocosméticos**: Desenvolvimento e Avaliação da Segurança e Eficácia. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MOREIRA, I. **O Espaço Geográfico**: geografia geral e do Brasil, 46. ed. São Paulo: Editora Ática, 1999, 488 p.

PAOLA, M. V. R. V. Princípios de formulação de protetores solares. **Cosmetics & Toiletries (edição em Português)**, v. 13, p. 74-82, set/out 2001.

PAOLA, M. V. R. V.; RIBEIRO, M. E. Interação entre Filtros Solares. **Cosmetics & Toiletries (edição em Português)**, v. 10, p. 40-50, set/out 1998.

RIBEIRO, R. P.; SANTOS, V. M.; MEDEIROS, E. C.; SILVA, V. A.; VOLPATO, N. M.; GARCIA, S. Avaliação do Fator de Proteção Solar (FPS) *in vitro* de produtos comerciais e em fase de desenvolvimento. **Infarma**, v. 16, n. 7-8, p. 85-88, 2004.

RIBEIRO, R. P. **Desenvolvimento e Validação da Metodologia de Análise do Teor de Filtros Solares e Determinação do FPS *in vitro* em Formulações Fotoprotetoras Comerciais**. 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ROCHA-FILHO, R. C. Camada de Ozônio da Nobel. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 10-11, nov. 1995.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; DIB, S. M. F.; MATSUNAGA, R. T.; SANTOS, S. M. O.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; FARIAS, S. B. **Química cidadã**: reações químicas, seus aspectos dinâmicos e energéticos; água e energia, v. 2, 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2010. 408 p.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; DIB, S. M. F.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; SANTOS, S. M. O.; FARIAS, S. B. **Química e Sociedade**: volume único, ensino médio, 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2005. 744 p.

SILVA, F. R. **Estudo da Radiação Ultravioleta na cidade de Natal-RN**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

SILVA, V. C. **Estudos Iniciais para a utilização dos Constituintes do Líquido da Castanha de Caju (LCC) como filtros solares**. 2003. 113 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Projeto torna obrigatória distribuição de protetor solar para professor de educação física. Disponível em: <<http://educacaofisicaufvjm.wordpress.com/2012/02/14/projeto-torna-obrigatoria-distribuio-de-protetorsolar-para-professor-de-educacao-fsica/>>. Acesso em: 11 de mai. de 2012.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química**: volume único, 4. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 1999. 608 p.